

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N°

POUR LE

342

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Louis-Henri VOIGNIER

Né le 30 octobre 1909, à Meaux (Seine-et-Marne).

Les Matériaux de Construction et l'Hygiène

Président : M. TANON, Professeur.

PARIS

JOUVE & C^{ie}, ÉDITEURS

15, Rue Racine, 15

1936

FACULTÉ DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Louis-Henri VOIGNIER

Né le 30 octobre 1909, à Meaux (Seine-et-Marne).

Les Matériaux de Construction
et l'Hygiène

Président : M. TANON, Professeur.

PARIS

JOUBE & C^{ie}, EDITEURS

15, Rue Racine, 15

1936

I. — PROFESSEURS

Anatomie	MM.
Physiologie	ROUVIERE.
Physique médicale	Léon BINET.
Chimie médicale	STROHL.
Bactériologie	DESGREZ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	Robert DEBRE.
Pathologie médicale et générale.	BRUMPT.
Pathologie chirurgicale	BAUDOUIN.
Anatomie pathologique	CHEVASSU.
Histologie	ROUSSY.
Pharmacologie et matière médicale	CHAMPY.
Thérapeutique	TIFFENEAU.
Hygiène et médecine préventive	HARVIER.
Médecine légale	TANON.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	BALTHAZARD.
Pathologie expérimentale et comparée	LAIGNEL-LAVASTINE.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	PIESSINGER.
	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBOULLET.
Clinique des maladies des enfants	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	H. CLAUDE.
Clinique des maladies du système nerveux	GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	CUNEO.
	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Professeurs sans chaire	HOVELACQUE.
	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.	MM.
BÉNARD (Henri) Pathologie médicale.	GALLIARD Parasitologie.
BERNARD (Étienne) Pathologie médicale.	GASTINEL Bactériologie.
BEZANÇON	DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.
(Justin) Hydrologie.	GAYET Physiologie.
BOULIN Pathologie médicale.	GIROUD Histologie.
BULLIARD Histologie.	HAGUENAU .. Pathologie médicale.
CATHALA Pathologie médicale.	HALPHEN Oto-rhino-laryngologie.
CHEVALLIER . Pathologie médicale.	HAZARD Pharmacologie.
DOGNON Physique.	HUGUENIN ... Anatomie pathologique.
FEY Urologie.	JOANNON ... Hygiène.



II. — AGREGES EN EXERCICE (Suite)

MM.
 LABBÉ (Henri) . Chimie biologique.
 LACOMME Obstétrique.
 LANTUEJOL . Obstétrique.
 LAROCHE (Guy) Pathologie médicale.
 LEMAIRE Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LEVY . Pharmacologie.
 LÉVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN Pathologie médicale.
 OBERLING ... Anatomie pathologique.

MM.
 PETIT-DUTAILLIS .. Pathologie chirurgicale.
 PIÉDELIEVRE . Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHEL Physiologie.
 SANNIE Chimie biologique.
 SÈNÈQUE Pathologie chirurgicale.
 TROISIÈRE Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.
 ALGLAVE Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT Physiologie.

MM.
 LEROUX Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE Parasitologie.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.
 ABRAMI.
 ALAJOUANINE.
 AUBERTIN.
 BRULÉ.
 CHABROL.
 CHIRAY.
 DONZELOT.
 DUVOIR.
 HARVIER.
 LIAN.
 PASTEUR-VAL-
 LERY-RADOT.
 SÉZARY.

Clinique médicale.

MM.
 BASSET.
 BROCC.
 CADENAT.
 GATELLIER.
 HEITZ-BOYER.
 MOURE.
 QUENU.
 SCHWARTZ.
 VELTER.

Clinique chirurgicale.

MM.
 ECALLE.
 GUENIOT.
 LE LORIER.
 LEVY-SOLAL.
 METZGER.

Clinique obstétricale.

V. — CHARGES DE COURS

MM.
 CHAILLEY-BERT, agrégé Education physique.
 LEDOUX-LEBARD Radiologie clinique.
 WEIL-HALLE Puériculture.
 RUPPE Stomatologie.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elles n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546321_0008

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON

Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris,

Membre de l'Académie de Médecine,

Conseiller technique du Ministère de la Santé Publique,

Inspecteur général des services techniques d'Hygiène
à la Préfecture de Police.

Officier de la Légion d'Honneur.

*En témoignage de notre reconnais-
sance pour l'honneur qu'il nous fait
en président cette thèse.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR NAVARRE

Professeur d'hygiène à l'Ecole de Caen,
Sous-directeur à l'Institut d'Hygiène,
Chef de laboratoire à la Médecine Coloniale,
Chevalier de la Légion d'Honneur.

*Avec l'hommage de notre profonde
reconnaissance.*

A TOUS MES MAITRES DANS LES HOPITAUX

A MON PERE

Faible témoignage de notre reconnaissance pour l'attention constante et dévouée dont il sut toujours nous entourer.

A MA MERE

Qu'elle trouve ici l'expression d'une affection émue et profonde.

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

Avant de commencer cet ouvrage, nous tenons à remercier Monsieur le Professeur NAVARRE de nous avoir confié la rédaction de cette thèse.

Qu'il trouve ici la faible expression de notre gratitude en souvenir des conseils qu'il nous a prodigués et de la sympathie qu'il nous a montrée.

INTRODUCTION

Dans le rapport du Directeur à la 2^e session du comité d'hygiène à la S. D. N., mention est faite d'un très intéressant aide-mémoire sur l'habitation urbaine et qui nous a servi de base à la préparation de notre modeste ouvrage.

Depuis quelques années de nombreux instituts de recherches ont beaucoup approfondi les effets de l'ambiance et de l'habitation sur l'état de notre santé.

D'abord limitées aux cadres du laboratoire, ces recherches, par les rapides progrès de la technique moderne, ont eu pour effet d'amener le constructeur à viser de plus en plus au bien-être et à la santé de l'homme. L'hygiène de la construction est une question complexe car elle est liée aux problèmes économiques, financiers et sociaux.

De nombreuses questions vont intervenir; les conditions locales, l'importance des travaux, les matériaux et les fonds disponibles, les conditions de travail et de transport. On ne pourra parler de rationalisation que si le mode de construction choisi répond à la fois aux exigences économiques et à la technique sanitaire sous le rapport de la durée, solidité, protection contre l'incendie, la chaleur, le froid, l'humidité, les sons et les vibrations.

Durant les dix dernières années, l'industrie a consacré à la construction, au chauffage et à la ventilation des efforts considérables. Elle a réalisé de très gros progrès fondés sur les résultats des recherches scientifiques.

Ces recherches ont abouti à la découverte de matériaux nouveaux, de méthodes nouvelles; elles ont enfin approfondi nos connaissances sur la physiologie des échanges calorifiques qui ont sur notre organisme une si grosse importance. La plupart des administrations se rendent compte de la nécessité d'une collaboration étroite entre l'hygiéniste et le constructeur, cette collaboration a été réalisée dans différents pays : Allemagne, Angleterre, Suisse, Etats-Unis.

Parmi les problèmes intéressant directement les matériaux de construction, les plus importants pour l'hygiéniste sont les suivants :

Résistance aux influences atmosphériques : froid, chaud, humidité;

Mesures de prophylaxie contre les microbes dans la construction moderne.

Mesures de protection contre le son et les vibrations.

LA MAISON ET L'HOMME

La maison doit être considérée comme la seconde enveloppe du corps humain et à ce titre, mérite autant de soin dans sa confection que les vêtements qui nous protègent. La maison est comme un être vivant. elle respire par les pores innombrables de ses murs, mais comme l'être vivant, elle a des ennemis redoutables qui sont aussi les nôtres : l'humidité et les variations de température. ,

Contre l'humidité, l'architecte dispose d'un outillage remarquable : orientation, drainages, qualité des pierres, revêtements étanches, etc...

Quant aux variations thermiques, nous passerons en revue tous les procédés actuels de protection contre elles. La ventilation naturelle par perméabilité à l'air doit être conservée dans la limite du possible, si bien que la question se résume ainsi :

Perméabilité à l'air, Imperméabilité à l'eau, Conductibilité thermique minima.

Ce sont ces trois données que le constructeur moderne et soucieux de l'hygiène devra concilier.

Outre ces trois principes indispensables à l'édification de la maison saine, nous parlerons également des procédés nouveaux de construction et d'aménagement employé dans la lutte préventive contre les microbes et nous terminerons notre ouvrage par quelques notes sur les matériaux insonores.

CHAPITRE PREMIER

PERMEABILITE A L'AIR

Comme nous l'avons dit plus haut, nos habitations sont des enveloppes immobiles chargées de nous protéger contre les influences extérieures. Ce sont des vêtements fixes assez vastes pour que nous puissions nous y mouvoir, mais comme nos vêtements nos maisons doivent être perméables à l'air. Toutes leurs parties doivent être baignées dans ce milieu oxydant qui est l'agent d'assainissement le plus efficace. Un appoint important d'air pour l'aération générale sera fourni par la perméabilité des matériaux.

En dehors de la porosité intermoléculaire qui résulte de la constitution même de tous les corps, les matériaux de construction possèdent une perméabilité apparente résultant de leur structure spongieuse et qui leur donne la faculté de se laisser traverser par les gaz.

C'est ainsi qu'une pierre d'apparence compacte contient une foule de petites cavités de volume variable, visibles dans la pierre ponce, invisibles dans le marbre mais cependant réelles et mesurables comme nous le verrons dans le chapitre de l'humidité.

Cet ensemble de cavités constitue la porosité de la pierre. Supposons maintenant que ces pores communiquent plus ou moins entre eux, nous aurons alors toute une série de canaux capillaires de section changeante et par où l'élément liquide ou gazeux pourra traverser la matière.

Il y a, comme on le voit, une différence fondamentale entre porosité et perméabilité, une pierre perméable étant forcément poreuse tandis qu'une pierre poreuse n'est pas nécessairement perméable.

D'autre part, suivant la théorie cinétique des gaz, on admet que ceux-ci sont composés d'atomes qui se meuvent en tous sens mais à des vitesses différentes pour des gaz différents.

Enfermés dans un espace clos dont l'enveloppe est perméable, les gaz qui constituent l'atmosphère de nos appartements sont projetés, en raison même de leurs mouvements moléculaires, à des vitesses différentes dans les canaux capillaires dont nous parlions plus haut, de là ils s'échappent au dehors tandis que pour une cause analogue l'air extérieur s'introduit dans les locaux.

Cette action se produit en dehors des pressions, des vents et des mouvements généraux de l'air, elle augmente avec la température et la lumière et varie suivant la matière perméable et la composition chimique des mélanges gazeux.

La perméabilité aux gaz des matériaux de construction a été mise en évidence par de nombreux expérimentateurs, notamment Graham, Petenkoff,

Lang, Layet, Hudelo, Somasco. Le procédé varie avec chacun mais le principe est le même et consiste à faire passer à travers la pierre à étudier de l'air ou un gaz sous des pressions variables. Il en découle toute une série d'observations :

La loi de la pierre elle-même avec les coefficients de perméabilité donnés par Lang.

La loi de l'épaisseur et les essais sur les enduits étudiés par Hudelo et Somasco.

Bien que faites dans les meilleures conditions possibles, les diverses expériences faites à ce sujet ont donné des résultats très différents, aussi les chiffres ont-ils plus d'importance au point de vue comparatif qu'au point de vue de leur valeur réelle.

Ces différences tiennent surtout à ce qu'une même pierre n'a pas partout la même structure et que deux pierres géologiquement identiques peuvent présenter à tous points de vue des différences considérables.

Pour donner une idée de ces différences, la porosité entre deux briques faites de même argile, en même temps et dans les mêmes conditions peut varier de 1 à 10.

Il ne faudra par conséquent pas trop faire fond sur les chiffres que nous allons citer et les conclusions formulées par LANG, HUDELO et SOMASCO seront plutôt des règles générales que des lois absolues et mathématiques.

Nous relatons ci-dessous les expériences de ces trois auteurs.

Expériences d'Hudelo (1870).

Elles ont été faites sur des murs en briques hourdées en terre à four de 22 et 46 cm. d'épaisseur, secs ou mouillés, enduits ou non; sur un mur de 11 cm. hourdé au plâtre; sur un mur en meulière de 18 cm. hourdé en ciment avec enduit de ciment des deux côtés.

Les expériences ont été faites par aspiration ou refoulement sous des pressions variant de 0,2 à 4 cm. d'eau.

Les résultats obtenus se résument ainsi :

1°) Il n'y a pas de différence, qu'on agisse par appel ou par refoulement d'air;

2°) La quantité d'air qui passe est proportionnelle à la pression;

3°) Il suffit d'un enduit de plâtre de 1 cm. pour réduire le débit des $\frac{2}{3}$;

4°) Avec un mur épais, le débit diminue mais moins vite que l'épaisseur n'augmente. Lorsque la paroi double d'épaisseur, la quantité d'air qui passe reste les $\frac{3}{4}$ de ce qu'elle était d'abord;

5°) L'application d'un enduit sur mur épais réduit à 0,4 la quantité d'air qui traversait ce mur. Cette réduction est moindre dans le cas du mur mince.

6°) Un mur maçonné au plâtre présente trois fois plus de résistance au passage de l'air qu'un mur hourdé en terre à four.

7°) La quantité d'air qui traverse un mur en meulière hourdé en ciment avec enduits de ciment sur ses deux faces est faible mais non négligeable. C'est

ce qui explique pourquoi les enveloppes en ciment ne peuvent pas suffire dans le cas où on a besoin d'une imperméabilité absolue.

Expériences de Lang (1877).

LANG, dont on a souvent cité les recherches et qu'on a invoqué dans les questions de ventilation, a adopté pour la détermination de la perméabilité des corps un procédé basé sur la mesure directe de la quantité d'air qui passe à travers les matériaux dans des conditions bien définies.

Dans ses expériences, LANG a cru pouvoir déduire la proportionnalité entre la valeur du débit de l'air traversant les corps, la durée du débit, la surface du corps, la pression sous laquelle le passage s'effectue; de plus il tirait cette conséquence que le débit serait inversement proportionnel à l'épaisseur traversée.

Ce dernier point fut démontré inexact par les expériences de HUDELO et de SOMASCO.

Toutefois, LANG nous a laissé un tableau comparatif de perméabilité qui étant établi d'après une épaisseur donnée n'encourt pas la rectification et la simple comparaison entre ces valeurs suffira très amplement à satisfaire l'hygiéniste et à lui permettre de motiver son choix entre les diverses matières à employer.

Tableau de Lang.

Valeurs en mètres cubes des quantités d'air traversant divers matériaux par heure et par mètre carré, sous l'influence d'une différence de 1 kilo de pression

par mètre carré entre faces opposées, parallèles, distantes de 1 mètre.

Moellons	0,000124
Briques	0,000205
Briques de revêtement	0,000145
Briques émaillées	0,000000
Pierre de scories	0,007687
Mortier aérien	0,000907
Béton sec	0,000258
Ciment portland sec	0,000137
Plâtre coulé	0,000041
Bois de chêne (en travers)	0,000007
Bois de pin (en travers)	0,001010
Béton et ciment portland longtemps im- mergés	0,000000

Expériences de Somasco (1894).

Ch. SOMASCO a trouvé que le liais de 20 cm. d'épaisseur laisse passer sous pression de 3 cm. d'eau (ce que peut donner le tirage d'une cheminée), 800 litres d'air par mètre carré et par heure.

Les briques demi-dures donnent le même débit.

La pierre de Chantilly donne dans les mêmes conditions pour une épaisseur de 25 cm. un débit de 1 mètre cube d'air par mètre carré et par heure.

Le plâtre sec sous une épaisseur de 10 cm. laisse passer 1.200 litres mais devient presque imperméable avec deux couches de peinture.

On a donc des moyens de favoriser l'aération quand

cela est avantageux ou d'offrir une barrière aux pollutions gazeuses quand il y a lieu de les craindre.

Enfin SOMASCO concluait :

La quantité d'air qui passe est proportionnelle à la pression mais pas inversement proportionnelle à l'épaisseur.

La quantité d'air qui passe demande le même temps à la fin de l'expérience qu'au commencement, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'obstruction apparente provenant des poussières de l'air.

Enfin l'hygrométrie de la pierre a une importance considérable pouvant même arrêter totalement les phénomènes de perméabilité à l'air.

Utilisation de la perméabilité à l'air.

Mise en évidence par PETTENKOFFER et MAEGER, elle leur permit d'expliquer comment, même dans une chambrée de caserne où les hommes sont nombreux la nuit et prennent soin de fermer la fenêtre pour éviter l'entrée de l'air froid du dehors, le taux de CO_2 tout en dépassant la limite strictement hygiénique de 1 pour 1.000 se maintient au-dessous de 3 pour 1.000 qui donnerait un air irrespirable. C'est que CO_2 et les gaz délétères traversent les murs avec une vitesse sensiblement plus grande que l'oxygène, de sorte que la filtration de l'air d'une pièce s'applique surtout aux gaz qu'il faut évacuer.

Les peintures et les enduits colloïdes même, offrent une perméabilité particulière à CO_2 et la présence de ces peintures sur un mur poreux tout en atténuant la transmission de l'air n'empêche pas le gaz carbonique de passer dans le milieu extérieur qui en contient moins.

En prenant pour unité la vitesse avec laquelle l'azote traverse un corps à structure colloïde, la vitesse de pénétration est :

13,585 pour le gaz carbonique;

1,149 pour l'air ordinaire.

Perméabilité et vapeur d'eau.

L'air contient toujours plus ou moins de vapeur d'eau, la quantité variant avec les circonstances atmosphériques et la température du lieu. Dans les locaux habités, la teneur normale est rapidement augmentée de celle rejetée par les occupants par la respiration pulmonaire. L'air ainsi chargé abandonne par condensation sur les parties froides des parois la quantité de vapeur qu'il ne peut plus retenir. Cet effet, peu perceptible si le local n'est pas encombré et si l'écart de la température entre l'intérieur et l'extérieur est faible devient au contraire immédiatement sensible si la réunion est nombreuse et l'écart des températures marqué.

Les parties les plus froides accuseront immédiate-

ment la condensation par le ruissellement dont elles deviennent le siège. Les murs et les plafonds condenseront aussi la vapeur, mais en quantité moindre, surtout par rapport aux vitres dont la température propre est plus basse.

On ne s'en apercevra pas si les parois ont conservé leur perméabilité, mais, de même que sur les vitres, le ruissellement apparaîtra si leur surface a été imperméabilisée par l'application d'une peinture à l'huile ou par un revêtement de carreaux ou de faïence.

L'eau condensée sur les plafonds et sur les surfaces murales pénètre dans la masse. Dans les conditions normales, les échanges gazeux qui s'établissent entre les deux faces peuvent être suffisants pour l'absorber au fur et à mesure de sa production et empêcher l'apparitions de l'humidité. Mais que des conditions anormales interviennent, comme l'imperméabilisation momentanée ou définitive de la paroi externe ou bien la quantité considérable de vapeur d'eau à l'intérieur, et l'humidité se manifestera.

Influence de l'humidité sur la perméabilité.

L'humidité diminue beaucoup la perméabilité aux gaz, et cela d'autant plus que le grain du matériau est plus fin. C'est ainsi que le ciment, le mortier, le béton peuvent devenir imperméables aux gaz sous

l'action prolongée de l'eau. De même l'air peut se frayer à nouveau passage d'autant plus facilement que les pores sont plus grossiers. Les briques ordinaires s'imprègnent vite mais elles abandonnent rapidement leur humidité et ne tardent pas à recouvrer leur perméabilité à l'air, tandis que le mortier séchera très lentement.

Un mur en briques épais perd, par mouillage extérieur, environ la moitié de sa perméabilité, le calcaire fait de même, alors que dans les mêmes conditions les briques au laitier la perdent presque complètement.

Gel : En cas de gelée les matériaux deviennent presque imperméables aux gaz, et cela d'autant plus qu'ils étaient humides, cela s'explique fort bien, la glace due à la condensation de la vapeur d'eau se comportant comme un enduit étanche.

Ralentis seulement par l'humidité et le gel, les échanges gazeux à travers les murs de nos habitations tendent donc, d'une part, à l'élimination des produits délétères, d'autre part à l'aération aussi complète et générale que possible. Si le terrain est sain, ainsi que l'air ambiant, nous pourrions presque nous dispenser de toute aération par exemple dans les cas de maisons en briques ou en calcaire grossier, sans enduit extérieur, avec un enduit intérieur léger permettant l'écoulement de CO_2 . Il résulte qu'une maison non humide a toutes les chances d'être saine et le problème se ramène donc à la lutte contre l'humidité.

Choix des matériaux : pierres et briques.

Si nous voulons conserver cette précieuse faculté qu'ont les murs de laisser passer l'air, nous devrions éliminer les pierres imperméables : porphyre, marbre, granit et basalte et employer les calcaires des terrains secondaire et tertiaire : Jura, Meuse, Yonne, région de Paris. Nous réserverons la préférence aux liais et roches coquillières du bassin Parisien qui ont une perméabilité suffisante et qui, par leur résistance, pourtant très variable, font d'excellentes constructions.

Voici quelques chiffres de résistance à l'écrasement :

Liais blanc de l'Yonne	350 kg par cm ²
Béton à 300 kg par mètre cube ..	300 —
Briques ordinaires	250 —
Bancs de la Seine	150 —

Pour qu'un mur ait la même solidité qu'un mur de liais blanc de 0 m. 25 d'épaisseur, il lui faut :

$$\frac{350}{300} \times 0,25 = 0 \text{ m. } 29 \text{ s'il est en béton.}$$

$$\frac{350}{250} \times 0,25 = 0 \text{ m. } 35 \text{ s'il en briques ordinaires.}$$

$$\frac{350}{150} \times 0,25 = 0 \text{ m. } 58 \text{ s'il est en calcaire tendre de}$$

la Seine.

Enfin, si nous reprenons les coefficients de perméa-

bilité de LANG, nous voyons que l'indice hygiénique d'un mur de solidité déterminée est :

$$0,000124 \times \frac{350}{350} = 0,000124 \text{ pour le liais.}$$

$$0,000258 \times \frac{300}{350} = 0,000221 \text{ pour le béton.}$$

$$0,000205 \times \frac{250}{350} = 0,000146 \text{ pour la brique.}$$

$$0,000190 \times \frac{150}{350} = 0,000081 \text{ pour le calcaire tendre.}$$

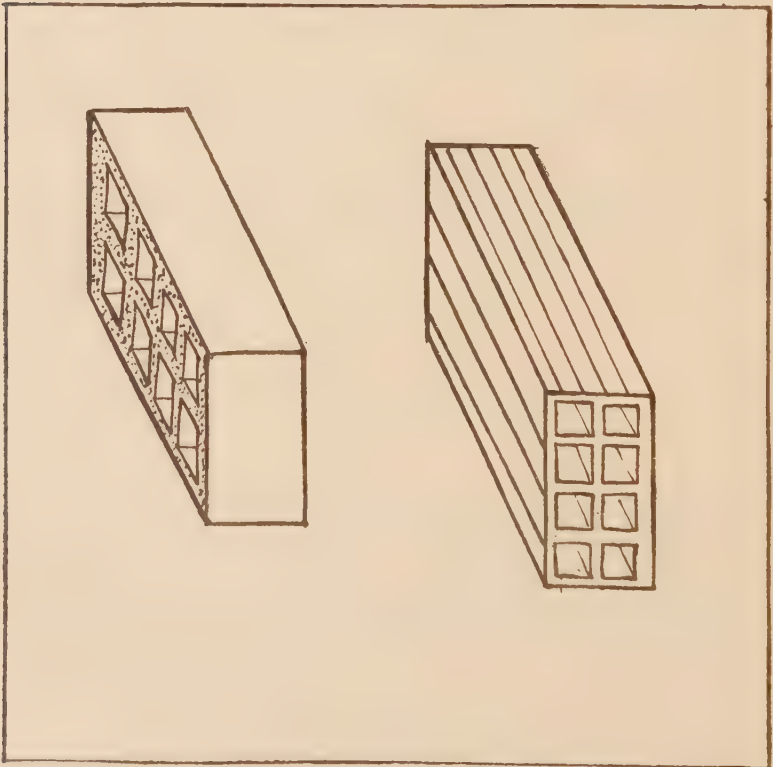
D'après ces données, la maison en béton à 300 kg par mètre cube serait la plus perméable, toutefois en pratique, il ne faut pas s'attacher trop à ces chiffres qui sont essentiellement variables. Il suffirait de reprendre ces expériences pour trouver des résultats bien différents, aussi, au point de vue de l'hygiène, nous ne marquerons aucune préférence et choisirons indifféremment liais, brique ou béton puisqu'ils sont tous suffisamment perméables.

Briques et agglomérés.

Après avoir examiné dans son ensemble la question des matériaux usuels, disons quelques mots sur les produits artificiels.

Dans les pays où la pierre n'existe pas, nous avons

toute la gamme des briques et des agglomérés. Le mur en brique ordinaire doit avoir de 35 à 40 centimètres d'épaisseur; il sera très perméable à l'air, comme nous venons de le voir, à la condition que la brique ne soit ni trop dure, ni superficiellement vitrifiée. L'emploi de la brique creuse est aussi très recommandé dans les constructions possédant déjà une ossature de métal ou de béton armé car leur chargement est considérablement diminué (elles ne supportent plus que leur propre poids). Les briques creuses ont une résistance variant entre $1/3$ et $2/3$ de la brique ordinaire, les trous sont horizontaux dans les briques cloisonnées et verticaux dans les briques perforées.



Brique perforée de Mitry

Brique cloisonnée ordinaire.

Pour ce qui est des agglomérés, nous reviendrons sur eux à propos de l'isothermie.

Disons seulement qu'ils sont composés de substances très diverses : liège, scories, bois, paille, décombres concassés que l'on lie par du ciment ou de la chaux. Ils se présentent sous forme de briques, moellons ou carreaux.

L'emploi du béton armé.

Il est courant depuis quelques années de remplacer les murs massifs de pierre de taille ou de brique par une ossature à base de béton et de fer dont on comble ensuite les vides par des matériaux divers. Voyons ce que vaut ce procédé au point de vue de l'hygiène.

L'ossature n'a pas une grosse importance, le béton bien pris et sec ne pouvant nuire en aucune façon à la santé de l'homme de plus, cette armature solide permettra, comme nous l'avons déjà dit, de profiter de matériaux économiques et légers.

La perte minime de perméabilité que nous donne le béton armé sera largement compensée par l'emploi de ces matériaux et en fin de compte, la maison y gagnera en salubrité.

Toutefois, les maisons à armature seront particulièrement sonores, aussi conviendra-t-il dans leur construction de prendre certaines précautions pour parer à cet inconvénient. Nous reviendrons sur ce sujet à la fin de notre ouvrage.

Béton de cendrée.

Il est possible de remplacer la brique et la pierre par un béton suffisamment poreux que l'on obtient en mélangeant 7 parties de cendrée, 2 de sable et 1 de ciment à prise lente. Plus le béton sera riche en ciment, plus il sera solide, mais moins il sera perméable à l'air. C'est pourquoi la maison ainsi constituée n'aura pas plus de deux étages, car une maison plus haute nécessiterait pour sa solidité un béton plus riche en ciment et par conséquent moins perméable à l'air.

Le béton de cendrée se coule dans des coffres au sortir de la bétonnière, le mur aura environ 15 à 20 centimètres d'épaisseur. On pourrait même constituer à la maison un squelette de béton fort, sous forme de poteaux armés de 4 tiges d'acier rond et séparés de 1 m. 50 les uns des autres. Ils serviraient de point d'appui aux panneaux de coffrage et on pourrait couler un béton de cendrée très perméable. On voit là, l'économie que les bétons coulés en coffrages donnent sur la maçonnerie de pierre et de brique puisque les éléments du béton amenés à pied d'œuvre sont mélangés et malaxés sur place et jetés immédiatement dans le coffrage.

Le béton de cendrée, outre sa perméabilité à l'air, donne des murs suffisamment résistants et poreux possédant un degré d'isolation thermique remarquable.

CHAPITRE II

L'HUMIDITE

Avant toute chose la maison salubre doit être exempte d'humidité, aussi sur ce chapitre aucune précaution ne sera superflue. Pour une fois l'hygiéniste et l'architecte auront la même ligne de conduite, le premier parce que la santé de l'habitant sera son principal objectif, le second parce que la solidité et la durée de sa construction seront en jeu. Nous allons examiner le rôle de la vapeur d'eau dans l'atmosphère et surtout son influence sur l'organisme humain.

La vapeur d'eau a un rôle considérable dans la régulation de la température de l'air atténuant tantôt la chaleur, tantôt le froid. C'est ainsi que les nuages empêchent l'arrivée directe des rayons solaires et diminuent par suite la quantité de calorique qui arrive au sol, ils ont aussi pour effet d'empêcher le rayonnement nocturne et le refroidissement qui en est la conséquence.

La sensation d'humidité ou de sécheresse que nous éprouvons n'est pas en rapport avec la quantité absolue de vapeur que l'air renferme mais avec la quantité qui se condense sous forme de vésicules microscopiques

Le point de rosée sera donc seul à intéresser l'hygiéniste car c'est à ce moment que l'eau de l'atmosphère devient gênante.

Un certain degré d'humidité de l'air est favorable à la santé mais une sécheresse relative est préférable. Tandis que l'air chaud et sec active la transpiration qui rafraîchit le corps, la chaleur humide entrave l'évaporation cutanée et produit un état d'anxiété pénible. De même le froid humide est moins bien supporté que le froid sec, cela tient à ce que l'air humide et froid étant meilleur conducteur que l'air sec, soustrait plus de calorique au corps; c'est ce qui rend si pénible la sensation du brouillard à basse température.

L'influence de l'humidité se manifestera sur le développement des microbes. Tandis qu'un air très sec arrête leur prolifération, une certaine humidité coïncidant avec une température chaude favorise leur multiplication.

Rôle pathogène de l'humidité sur l'organisme

FOUCAULT, dans son compte rendu à l'Académie des Sciences en 1841 a montré l'influence de l'air stagnant et humide sur le développement de quelques maladies telles que la scrofule, la tuberculose, le rachitisme et les déformations osseuses rhumatismales. « C'est dans les grandes villes, dit-il, dans les quar-

tiers bas et les habitations humides que ces maladies font le plus de victimes ».

L'air froid et humide enlève à l'organisme beaucoup de chaleur par suite de la vapeur d'eau qu'il renferme n'ayant pas les effets toniques du froid sec il y a moins de tendance à la réaction, le sang refoulé de la périphérie congestionne les organes profonds et Hippocrate a pu dire « l'air froid et humide prédispose à l'apoplexie ».

Claude BERNARD dit : Les gens des contrées humides ont peu de résistance vitale, le système lymphatique est hypertrophié par une absence d'action des vaso-moteurs. Cette perte de tonus vasculaire coïncide avec l'atonie du système nerveux, la faiblesse des réactions. Tout cela produit une asphyxie lente qui prédisposera à la scrofule, la phtisie et le rachitisme ».

Maintenant que nous connaissons les méfaits de l'humidité, nous allons indiquer quels sont les moyens modernes de la combattre dans nos maisons.

Les matériaux et l'eau.

Les matériaux de construction, quels qu'ils soient, présentent vis-à-vis de l'eau deux propriétés : la perméabilité et l'hygroscopicité.

Perméabilité : Certaines pierres ont la propriété de se laisser traverser par l'eau comme par les gaz, toutefois la perméabilité à l'eau est moins constante que

la perméabilité à l'air car l'eau apporte des particules qui déterminent le colmatage des pores, aussi la perméabilité diminuera avec le temps. Par contre, elle peut augmenter dans les matériaux contenant des substances solubles et dont les pores s'agrandissent peu à peu.

Hygroscopicité : Une pierre dont la base trempe dans l'eau peut s'imprégner peu à peu de cette eau et cela par le simple effet de la capillarité. C'est pourquoi les matériaux hygroscopiques ne sauraient être employés en socle en contact avec la terre humide ou l'eau, à moins d'être protégés de ces dernières par une couche étanche d'asphalte ou de plomb.

Remarque : porosité, hygroscopicité, perméabilité sont des propriétés différentes.

La porosité dépend de la capacité des vides.

L'hygroscopicité et la perméabilité dépendent de la forme de ces vides. La perméabilité exige des canaux de section suffisante pour un écoulement facile.

L'hygroscopicité exigera des canaux capillaires où ne se manifesteront que des phénomènes d'absorption par capillarité.

L'absorption de l'eau par les matériaux.

Pour se rendre compte de la facilité avec laquelle les matériaux absorbent l'eau on fait d'ordinaire sécher des échantillons de même forme et de mêmes

dimensions, on les pèse et on les plonge dans l'eau distillée en les retournant sur leurs diverses faces jusqu'à ce que par la constance des poids trouvés on constate leur saturation. Cette saturation est la quantité maxima d'eau que les matériaux peuvent retenir. On l'appelle aussi capacité hydrique. Cette capacité hydrique sera la seule à intéresser l'hygiéniste quand il conseillera le choix des matériaux car il importe avant tout d'être fixé sur la quantité d'eau que peuvent absorber ou contenir les murs d'une construction.

Nous donnons ci-dessous le poids d'eau absorbé après 6 heures d'immersion par un décimètre cube d'échantillon :

Béton (suivant composition)	de 200 à 300	grammes
Bois de chêne	40 à 50	—
Plâtre en bloc	400 à 425	—
Calcaire tendre	150 à 350	—
Calcaire dur	120 à 170	—
Brique à la main	300 à 350	—
Brique réfractaire	250 à 270	—
Mortier courant	300 à 350	—
Ciment	250 à 270	—
Meulière	100 à 200	—
Grès	150 à 170	—
Ardoise	10 à 90	—
Tuile	50 à 250	—
Mosaïque de cuisine, assemblée	250	—
Carreaux de grès cérame ...	5 à 20	—
Marbres, granit et porphyre	1 à 20	—
Brique émaillée	0	—

Choix des matériaux suivant leur capacité hydrique.

La capacité hydrique des matériaux pourra-t-elle, dans une certaine mesure, guider notre choix ? Nous voyons d'après ces chiffres que les matériaux courants de construction ont une capacité hydrique variant de 200 à 350. Comme ces chiffres sont très variables même avec des pierres de même qualité, nous ne pourrions pas considérer ces différences comme importantes, aussi le choix des matériaux pourra-t-il indifférer dans une certaine mesure. Ce n'est pas par la qualité de la pierre que nous combattrons l'humidité mais plutôt par des mesures de protection qu'il nous faudra prendre depuis les fondations jusqu'au toit.

Nous proposerons donc indifféremment béton, calcaire, brique ou meulière qui tout en nous donnant des constructions solides et économiques seront très perméables à l'air.

La toiture et les intempéries.

On emploie en toiture les tuiles de terre cuite ou de ciment, les ardoises, les métaux et les agglomérés modernes à base d'amiante. La toiture abrite le grand espace du comble généralement utilisé comme gre-

nier et qui contient un volume d'air régulateur de la température pour les locaux situés au-dessous. Les matériaux utilisés s'échauffent ou se refroidissent selon les variations de température, c'est ainsi que les couvertures métalliques sont très chaudes en été et très froides en hiver. Il est donc nécessaire de faire appel à un procédé de construction qui préserve les locaux contre les fluctuations du temps.

Voici dans l'ordre de leur imperméabilité les différents matériaux employés : métaux (zinc, plomb), verre, produits vernis ou superficiellement vitrifiés, ardoises, fibro-ciment, tuiles.

Toutefois, bien que de bonnes tuiles ou de bonnes ardoises constituent une couverture hygiénique, ces matériaux ont l'inconvénient d'imposer des charpentes ou tout au moins un voligeage dispendieux. On tend donc de plus en plus à employer des matériaux qui remplissent le même objet avec une plus faible masse et des commodités plus grandes pour l'installation. Le mélange de ciment et d'amiante nous a donné toute une série de produits à la fois légers et imperméables qui sont appelés à rendre les plus grands services dans la couvrerie moderne.

Fibro-ciment : mélange de ciment et d'amiante, donne des plaques résistantes et de grandes dimensions qui constituent des couvertures légères et économiques. Ces plaques sont rouges, blanches ou noires et permettent d'obtenir des effets décoratifs satisfaisants.

Très peu perméables à l'eau, ces plaques sont en-

core plus résistantes si on incorpore à leur pâte de composition une solution d'alumine et d'acide acétique ou de sulfate de soude.

Everite : En combinant l'amiante fibreuse au ciment de Portland artificiel, on obtient un matériau que l'on peut considérer comme un ciment armé. L'éverite se coupe, se scie ou se travaille comme le bois, elle s'emploie sous forme d'ardoises de différents formats ayant plusieurs mètres de portée, c'est-à-dire de véritables panneaux que l'on pourra utiliser aussi pour les cloisons et les plafonds.

L'éverite existe aussi sous forme de plaques ondulées de grande surface permettant de découvrir les hangars ou les granges.

Peu sensible à l'humidité et à la chaleur, sa légèreté (8 kg. par mètre carré sous 5 mm. d'épaisseur) permettra l'allègement des charpentes. On a même construit aisément et rapidement des maisons entières avec ce matériau.

Deux couches de ce produit séparées par un vide d'air de 2 cm. constitueront une toiture isothermique inégalable et qui sera très utile pour les habitations coloniales.

L'humidité des murs.

C'est un facteur important d'insalubrité. Les murs qui ont absorbé de l'eau deviennent meilleurs conducteurs de la chaleur et par suite une cause de refroidissement à l'intérieur des locaux.

Pour combattre l'humidité, il faut en combattre les causes. Tantôt il s'agit d'une toiture défectueuse ou d'un mur constamment fouetté par la pluie, tantôt c'est l'eau du sol qui monte par capillarité, tantôt enfin c'est le mortier ou le béton qui sont en cause.

En résumé, les causes d'humidité seront les suivantes :

1°) L'eau de provenance externe, c'est-à-dire la pluie.

2°) L'eau de provenance interne, c'est-à-dire :

a) celle de construction qui existe dans toutes les pierres et dans tous les mortiers;

b) celle de condensation qui se dépose à la surface ou dans les pores par suite des différences thermiques entre l'air et les matériaux et qui peut provenir de la cuisine ou de la respiration.

3°) L'eau d'origine tellurique qui se subdivise en :

a) eau de capillarité qui s'introduit par la seule force capillaire;

b) l'eau provenant des infiltrations, qui passe par suite de la perméabilité de la pierre et intéresse surtout la cave.

Nous allons maintenant étudier successivement les moyens dont nous disposons pour protéger les murs suivant la façon dont l'eau tente d'y pénétrer.

L'humidité d'origine externe.

L'eau de pluie ruisselle sur les murs émergeant du sol et mouille leur surface. Cette action n'est pas par elle-même suffisante pour rendre les **murs humides** car l'eau absorbée est assez rapidement reprise par l'atmosphère sous l'influence des courants d'air secs succédant à la pluie.

Les matériaux à grain fin, à pores serrés dont la face exposée est assez rapidement saturée opposent une barrière suffisante à la pénétration de l'eau dans la masse du mur. Les matériaux à pores plus larges deviennent plus facilement et plus profondément humides mais ils abandonnent aussi plus rapidement l'eau absorbée.

Dans nos contrées, les faces tournées vers l'ouest et le sud-ouest seront généralement les plus exposées à l'influence des vents pluvieux et devront être particulièrement étudiées quant au choix et à la mise en œuvre des matériaux pour les préserver le plus efficacement et obtenir des parois intérieures sèches limitant les locaux à habiter. Ces faces sont en effet fouettées par les pluies battantes qui les atteignent profondément, aussi nous serons obligés d'employer un dispositif spécial qui mette la paroi intérieure du mur à l'abri de l'humidité.

Certes, les hydrofuges ne manquent pas, nous pouvons avoir recours aux briques vitrifiées si la maison

est en briques, au silicatage si elle est en pierre de taille, aux revêtements asphaltiques ou même aux peintures si elle est en béton ou en agglomérés. Cependant, tous ces procédés que nous reprendrons pour imperméabiliser la cave ne sauraient être utilisés pour les murs sans aller à l'encontre des règles de la ventilation et de l'hygiène. Il faut donc trouver mieux, laisser l'air circuler à travers les pores des murs et empêcher l'eau d'entrer dans ces mêmes pores.

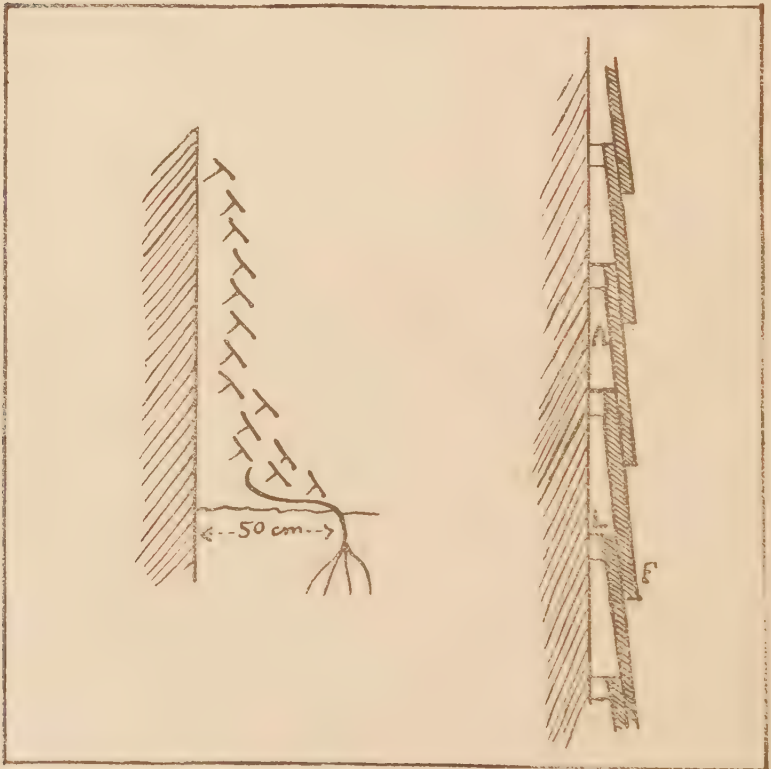
Il suffira pour cela d'appliquer devant la face exposée un revêtement qui la préservera de la pluie et ménagera entre lui et le mur un petit espace libre où circulera l'air. On emploiera pour ce revêtement les mêmes matériaux que pour les toits, c'est-à-dire : métaux, ardoises, tuiles ou mieux encore les composés de ciment et d'amiante.

Zinc, ardoises et bardeaux : Dans certaines régions, comme sur les bords de la mer, en Normandie notamment, les façades les plus exposées sont totalement recouvertes d'un revêtement de zinc, d'ardoises ou de bardeaux. On sait que les bardeaux sont des lames plates en bois assez minces que l'on pose en les imbriquant comme des tuiles plates.

Dérivés de l'amiante : Ce sont tous les fibro-ciments déjà vus. Ils donneront d'excellents résultats. A la fois légers et imperméables, ils s'emploieront en plaques assez grandes que l'on fixera sur les murs à une distance de 1 à 2 cm. de leur face externe par l'intermédiaire de petites lattes de bois.

Lierre : Contrairement à ce que l'on pourrait pen-

ser le lierre que l'on peut faire grimper aisément contre les murs exposés aux pluies constitue une protection parfaite contre l'humidité. Les feuilles du lierre sont en effet orientées de telle sorte qu'elles constituent une série de plans inclinés rejetant les eaux pluviales à une certaine distance du mur qui se trouve ainsi protégé. Pour éviter que les racines ne nuisent aux maçonneries de base des murs, il suffira de planter le lierre à 50 cm. de ces derniers. Ce pro-



Disposition des feuilles de
lierre.

- L Lattis de fixation.
- A Couche d'air.
- F Plaques de fibro ciment.

cédé à la fois décoratif et économique est appliqué en Angleterre à un grand nombre de constructions qui restent ainsi parfaitement sèches en dépit de l'humidité des vents.

Humidité d'origine interne due à la construction.

On pourra distinguer l'humidité de constitution due à la pierre et celle de construction due aux mortiers.

Au sortir de la carrière les pierres contiennent toujours une certaine quantité d'eau. C'est pourquoi avant d'utiliser les matériaux il faut les abandonner plusieurs semaines au soleil afin qu'ils éliminent une partie de leur eau de carrière. De même, le béton exigera pour sécher près de 90 jours.

L'eau du mortier est aussi une cause d'humidité car il faut 200 litres de ce liquide pour 1 mètre cube de maçonnerie. Le mortier durcit à l'air en abandonnant 5 % de son eau dont le reste se combine à la chaux. Pour que la dessiccation se fasse vite, il faut construire pendant la saison sèche avec des matériaux poreux afin de faciliter l'évaporation. A cet égard, la meulière est supérieure à la brique qui est elle-même supérieure au calcaire. L'humidité murale peut être aussi due à une mauvaise qualité du mortier. C'est ainsi qu'un mortier formé de mauvais sable, d'une eau chlorurée ou chargée de matières organiques absorbera l'humidité de l'air par formation de nitrates très hygrométriques.

En conséquence, il ne faudra jamais habiter une maison qui vient d'être construite car elle serait des plus insalubres et pourrait favoriser chez ses habitants l'éclosion de maladies osseuses, articulaires ou pulmonaires. La maison nouvelle devra être asséchée intérieurement au moyen de braseros disposés dans chaque pièce. On fera en même temps une ventilation énergique. Pendant toute cette période, il faudra s'abstenir de mettre des peintures qui ne pourraient que retarder ou même arrêter les effets de l'assainissement.

Humidité due à la condensation.

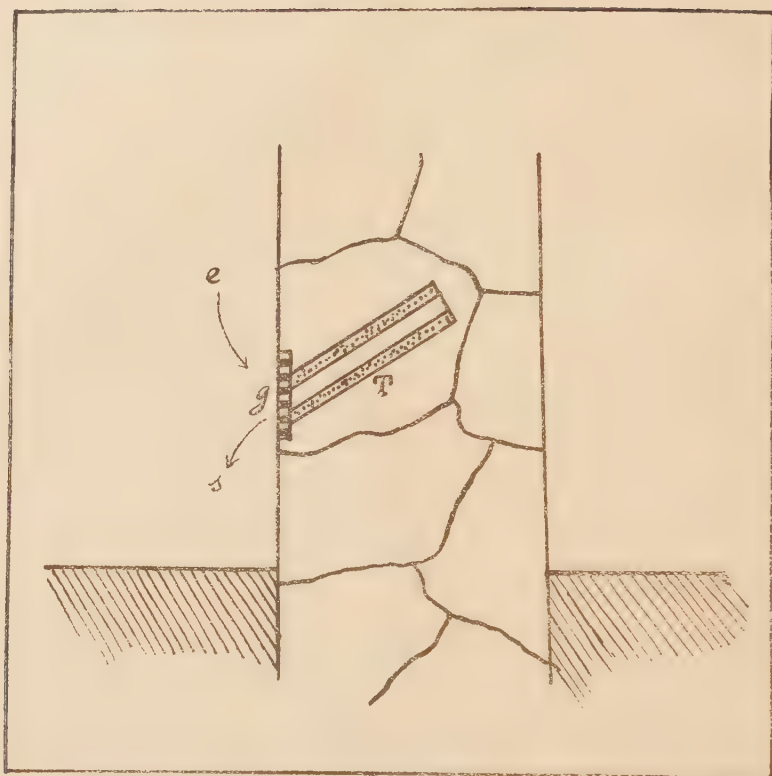
L'humidité des murs n'est pas seulement due à la pluie ou à leur eau de construction, elle peut provenir aussi des condensations qui peuvent se produire sur ses deux faces. Extérieurement c'est l'air surchargé de vapeur d'eau qui dépose une partie de celle-ci sur un mur plus froid. Intérieurement, ce sera la buée due à la cuisine ou à la respiration qui aura le même effet. De toute façon, plus les différences de température entre l'air et le mur seront grandes plus les phénomènes de condensation seront intenses pouvant même aboutir parfois au ruissellement. En réalité, ce ruissellement ne s'observera que sur les vitres ou les murs imperméabilisés, en général l'eau condensée pénètre dans le mur et les échanges gazeux qui se produisent entre les deux faces suffisent

à empêcher l'apparition de l'humidité. Pourtant il peut arriver des cas où le mur se trouve saturé et c'est cela qu'il faudra éviter avant tout.

Nous aurons pour combattre l'humidité murale deux procédés : la chaleur et la ventilation du mur. Il est courant d'assécher une construction nouvelle à l'aide de braseros, certes les résultats sont appréciables et parfois définitifs s'il s'agit d'éliminer l'eau de construction, mais si nous sommes en face d'un mur saturé périodiquement par la condensation il serait à la fois coûteux et incommode d'entretenir un feu pour l'assécher au fur et à mesure. C'est pourquoi l'ingénieur belge KNAPEN s'attachant à ce problème a trouvé un procédé d'assèchement par aération des murs qui a donné des résultats inespérés. KNAPEN parlait du principe suivant. « Il ne faut pas enfermer l'humidité dans la maçonnerie mais la soutirer au contraire à l'aide d'un système de ventilation approprié car, moins vite on laisse l'eau s'échapper plus longtemps elle monte. Il faut également condamner toute imperméabilisation totale ».

Mise en œuvre du procédé : Supposons que nous enfoncions dans la maçonnerie une sorte de tube présentant à l'extérieur la forme d'un prisme triangulaire en terre poreuse; ce tube disposé en pente ascendante constituera ce qu'on peut appeler un siphon monobranche.

Par suite des différences de température de l'air du local et de la maçonnerie, il s'établira naturellement un double courant d'air dans le tube.



T Tube de Knapen.

e Air sec entrant.

g Grille.

s Air humide sortant.

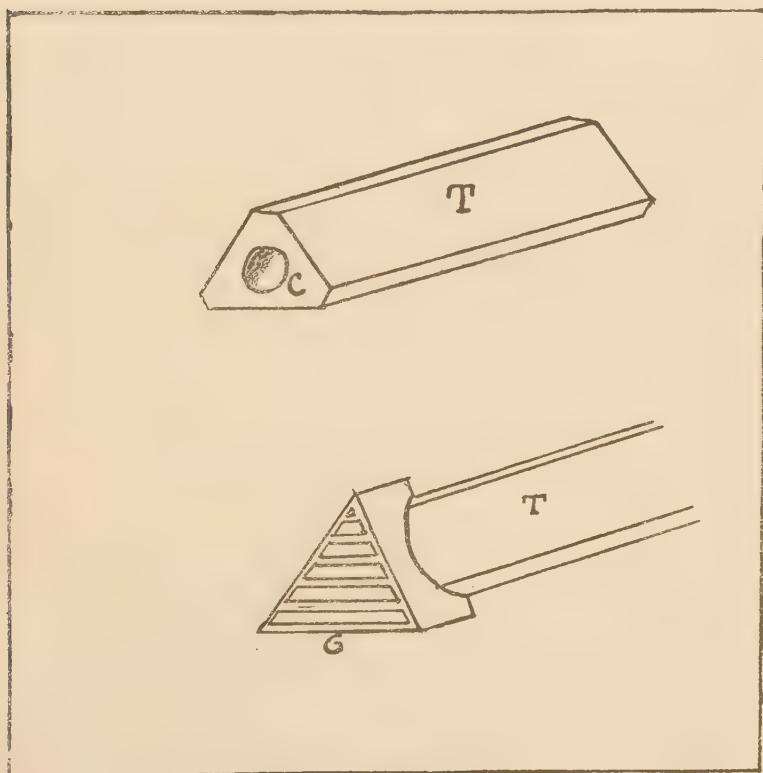
L'air entrant suit la partie haute de la section, cet air se refroidit au contact de la paroi et revient dans la chambre en suivant la partie basse. Dans son trajet, il a entraîné l'humidité qui était à son point de rosée sur la paroi du tube et c'est avec elle qu'il s'échappe au dehors.

Les mouvements de l'air dans le siphon ont ainsi pour effet de pomper l'humidité du mur et cette ac-

tion se fait sentir tout autour du prisme dans un rayon qui dépend de la porosité des matériaux.

Si donc on dispose une série de prismes à un intervalle convenable, et tel que les cercles d'action se recoupent, on voit qu'on aura asséché le mur sur toute son étendue.

La forme triangulaire donnée au siphon est la plus favorable parce que c'est sur les arêtes vives que l'hu-



G Grille de protection.
T Tube de Knapen.
C Conduit du siphon.

midité se dépose le mieux et le plus vite. Le diamètre sera compris entre 26 et 36 mm. En dessous de 26 mm. les frottements paralysent le fonctionnement, au-dessus de 36 mm, le courant d'air ne s'établit pas régulièrement et la formation de remous empêche également le fonctionnement.

L'entrée du siphon est protégé par une petite grille triangulaire.

Ce dispositif ayant pour effet de ramener l'humidité dans la chambre devra être complété par une ventilation efficace. Cette ventilation comportera des orifices d'entrée pour l'air extérieur et des orifices de sortie pour l'évacuation de l'air saturé. On aura donc deux séries d'orifices percés, les uns près du plancher, les autres près du plafond. Il sera préférable que ces orifices ne soient pas situés dans une seule paroi mais dans deux parois opposées.

Les murs et l'eau tellurique.

Nous avons vu comment une pierre dont la base était en contact avec un sol humide absorbait l'eau par capillarité et cela jusqu'à imbibition totale. En réalité, cette ascension de l'eau a une limite. L'eau s'arrête de monter quand la partie mouillée présente une surface telle que le débit d'évaporation soit égal au débit dû à l'ascension capillaire.

Dans un mur, cette hauteur d'absorption est très

variable, elle s'accroîtra encore plus si on imperméabilise les parois.

Inconvénients de l'hygroscopicité : pour l'hygiéniste ce sera un facteur permanent d'humidité, de plus, l'eau montante peut emporter des germes microbiens venus de la terre.

Expérience de Montefusco : Après avoir bien desséché une pierre, on met sa base en contact avec une culture de micrococcus prodigiosus. On voit que lorsque le liquide monte par capillarité les microorganismes montent avec lui ainsi qu'a pu le montrer l'ensemencement des parties imbibées. Ces expériences furent reprises en 1882 par L. E. POINCARÉ de Nancy qui mettait en présence une pierre et une culture microbienne quelconque, il put mettre en évidence la pénétration des germes dans la pierre et même si cette pierre n'était pas en contact immédiat avec la culture.

Le salpêtre : L'humidité des murs favorisera le développement d'un agent destructeur, le nitrococcus qui est à l'origine de la formation du salpêtre. Nous n'insisterons pas sur les propriétés hygrométriques du salpêtre qui constitueront par elles-mêmes une cause d'insalubrité mais nous allons dire quelques mots sur sa formation. L'origine bactérienne du salpêtre a été reconnue à la suite des travaux de Muntz et Schloesing. L'eau tellurique, sinon celle des mortiers en contient les principes de base : potasse, sels azotés ou ammoniacaux sur lesquels le nitrococcus entraîné par capillarité n'aura plus qu'à agir. L'hu-

midité tellurique ne provoque jamais de graves dégradations tant que son évaporation se fait normalement, mais dès que la nitrification se produit, le salpêtre, qui a un pouvoir hygrométrique considérable, ralentit cette évaporation en arrêtant une partie de l'eau dans le mur. Ayant besoin d'humidité pour se développer et créant cette humidité par son pouvoir hygrométrique, le salpêtre aura un développement rapide, attaquera bientôt papier, tentures, boiseries, solives et favorisera souvent l'éclosion d'une végétation cryptogamique des plus intenses.

Traitement : Tous les éléments du salpêtre étant réunis dans le mur, il ne suffira pas de rendre ce dernier imperméable, remède pire que le mal puisque l'eau s'élèverait plus haut, il faudra d'une part interrompre la montée des eaux par capillarité, d'autre part mettre dans le mortier un bactéricide assez puissant pour détruire le nitrococcus. Citons l'antihalmine qui semble jouer ce rôle de façon satisfaisante et que l'on mélange dans la proportion de 1/25 à l'eau du mortier. Elle a donné d'excellents résultats à l'hôpital Necker dont les murs des caves étaient couverts d'efflorescences.

Interruption de la capillarité : On aura recours à l'interposition d'une couche hydrofuge dans l'épaisseur du mur. Cette couche sera constituée soit par un maçonnerie de quelques assises à un mortier très riche en ciment, soit par des briques spéciales en grès, soit par l'intercalation entre deux assises, d'ardoises, de lames de plomb ou de feuilles de feutre asphalté.

La substance hydrofuge doit avoir une action efficace et durable, la matière ne doit être susceptible ni de se rompre ni de se perforer. C'est pourquoi les matériaux rigides n'offriront pas autant de garantie que ceux qui par leur malléabilité ou leur élasticité peuvent se prêter sans rupture à des efforts inégaux. Cette considération fera donner la préférence au plomb et aux feuilles asphaltées qui ont ces qualités.

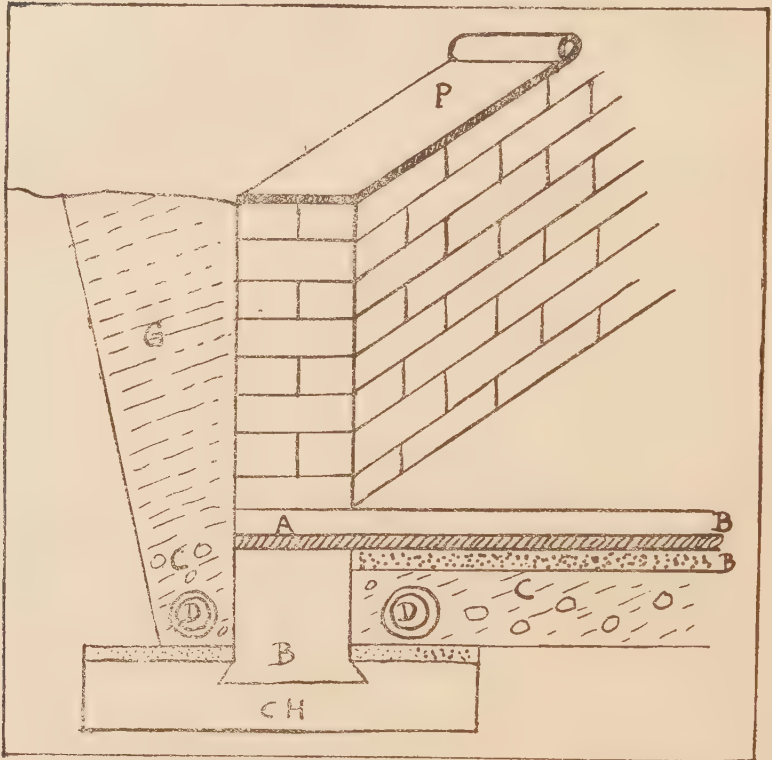
Le Plomb : S'emploie en feuilles de 2 mm. soudées les unes aux autres. Son imperméabilité absolue donne des résultats d'une efficacité certaine. Son prix élevé en limite malheureusement l'emploi.

Le feutre asphalté : On l'emploie en doubles feuilles réunies par une couche de bitume à chaud et pour éviter le glissement qui pourrait se produire entre les deux feuilles de feutre, on les saupoudre de gravier fin. La couche isolante ainsi formée sera intercalée dans toute l'épaisseur des murs à quelques centimètres au dessus du sol.

Les fondations.

Avant de poser les fondations il faudra s'assurer que le niveau des nappes souterraines ne peut les atteindre. Si cette condition n'est pas remplie, il faut dériver l'eau par le drainage du sol. Pour cela, on creuse autour de la surface où l'on va construire, une tranchée plus profonde que le niveau inférieur de

la fondation et l'on comble cette tranchée avec de la pierraille recouvrant des drains de poterie disposés en réseau collecteur. Cette dérivation convenable-



- | | | | |
|---|----------------|----|--------------------|
| P | Lame de plomb. | B | Béton. |
| G | Gravier. | CH | Béton hydraulique. |
| C | Cailloux. | A | Couche d'asphalte. |
| D | Drains. | | |

ment inclinée conduit les eaux soit dans un puits absorbant, soit dans un cours d'eau ou un égout. Les fondations descendront au moins à 1 mètre de profondeur pour échapper aux effets de la gelée. De

plus, pour éviter qu'elles ne soient pénétrées par l'eau qui circule dans le sol, elles seront formées de matériaux peu perméables (granit, grès, briques très cuites). On pourra également faire reposer le mur sur une semelle de béton noyé dans du mortier hydraulique. Au niveau du point où le mur s'élève au-dessus du sol de la cave, on intercalera encore une lame de plomb ou une couche d'asphalte comprimé.

Caves et sous-sols.

Les caves sont des locaux souterrains ménagés à la base des bâtiments servant à emmagasiner les combustibles ou les provisions et surtout à assainir le rez-de-chaussée qu'elles protègent contre l'humidité et les autres inconvénients d'un contact direct avec le sol.

On appelle sous-sol un étage qui n'est qu'en partie enterré et qui peut par suite être éclairé par des baies ordinaires. Les sous-sols peuvent servir de cuisine, de buanderie, de salles de bains, ils sont même parfois habités quoi qu'il soit souvent difficile de les rendre salubres.

Couvertures des caves : Les sous-sols sont parfois séparés du rez-de-chaussée par un simple plancher de bois, mais il est mauvais d'agir ainsi pour recouvrir une cave parce que celle-ci étant toujours assez

mal aérée et souvent humide, le bois pourrirait très vite. En outre, le principal mérite d'une cave étant de se trouver à l'abri des changements de température, on a tout intérêt à bien l'isoler en la recouvrant d'un massif maçonné suffisamment épais.

On a recours dans ce but à une voûte, à une travure métallique hourdée en maçonnerie ou à un plancher en béton armé.

Planchers sur cave : Le mode de construction des planchers sur une travure métallique qui prend moins de hauteur est le plus usité dans la construction moderne.

Toutefois les voûtes en maçonnerie ou en béton donneront les meilleures caves.

Les voûtes sont jetées d'un mur à l'autre autant que possible dans le sens où les murs sont les plus rapprochés. Si l'écartement dépassait 6 mètres, il faudrait élever un refend supplémentaire pour subdiviser l'intervalle et réduire la portée. L'épaisseur de la voûte variera de 11 à 40 cm, on la fera indifféremment en briques, moellons ou béton. La hauteur des caves voûtées variera de 2 m. 30 à 3 m. 30, de plus, les piédroits auront au minimum 1 m. 50 afin que la circulation soit facile.

**Les murs des caves et des sous-sols
au point de vue de l'hygiène.**

Le problème sera le même que pour les murs en élévation mais les solutions seront différentes suivant les cas et présenteront toutes des inconvénients. Tandis que le mur laisse passer les gaz de l'air pour le plus grand bien de la ventilation est-il bien que les parois de nos caves laissent passer les gaz du sol ? Et d'abord, quels sont ces gaz.

L'air du sol diffère de l'air atmosphérique surtout par sa teneur en oxygène qui est moindre par suite des fermentations et oxydations et par sa teneur en acide carbonique qui est plus forte et qui provient de la destruction des matières organiques. L'air du sol contient aussi de l'ammoniac, de l'hydrogène sulfuré et parfois aussi du gaz d'éclairage que la terre ou le mur désodorisent et rendent des plus dangereux. Ces gaz toxiques traversant les parois mieux que l'oxygène, on voit tous les dangers que peut comporter le mur de la cave, s'il est perméable.

Toutefois, il ne faut pas généraliser et il serait imprudent de noyer la porosité des murs dans un enduit imperméable sans de sérieuses raisons. Ce serait s'exposer à des condensations regrettables qui rendraient la cave froide et humide. Il faudra donc examiner minutieusement les différents cas qui peuvent se présenter en préconisant pour chacun la solution la plus en rapport avec l'hygiène.

Les gaz du sol pourront entrer par deux voies :

1°) Le sol même de la cave, et ce sera de beaucoup la plus importante.

2°) Les murs de la cave dont les échanges seront moins considérables et auront lieu avec un air moins toxique parce que déjà moins profond.

Au point de vue de l'hygiène, la perméabilité du sol de la cave ne présente aucune utilité, et, étant une voie de pénétration pour les gaz — et aussi pour l'eau — nous recommanderons de l'imperméabiliser soit avec des carreaux, soit avec du ciment soit mieux encore par une assise de béton que l'on recouvrira d'une couche de sable de 3 à 10 cm. d'épaisseur.

Ceci étant posé et le sol de la cave étant systématiquement rendu imperméable nous allons examiner quelques cas qui peuvent se présenter.

Caves non inondables.

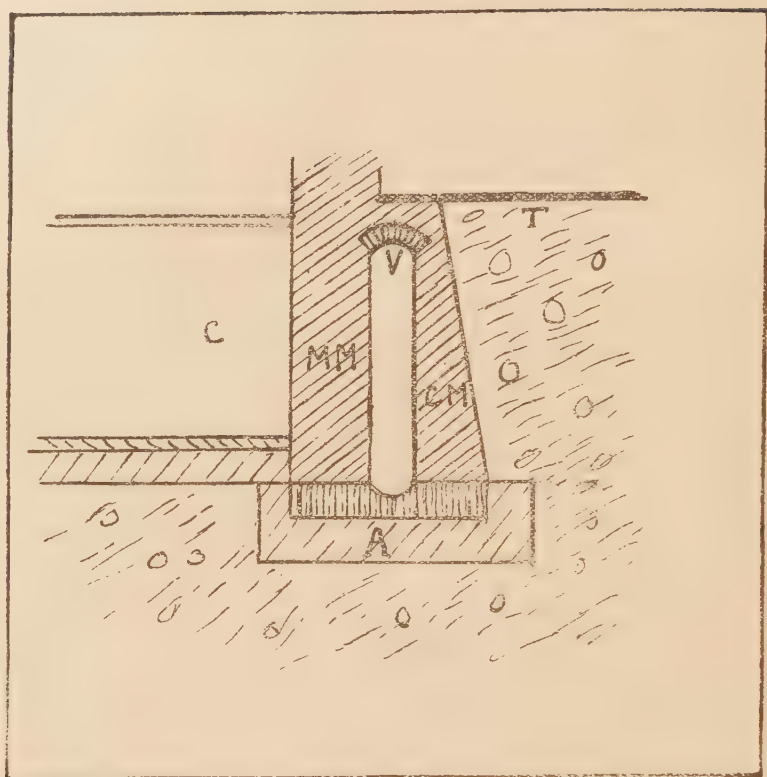
Maison isolée : Si on prend la précaution d'entourer les fondations d'un fossé rempli de sable et de pierrailles et convenablement drainé, il sera inutile d'imperméabiliser les murs de la cave. Ceux-ci fonctionneront comme les murs des logements et nous aurons une cave sèche, suffisamment ventilée et de température uniforme.

Maison urbaine : Dans ce cas, les gaz du sol seront à craindre : H^2S venu d'une fosse d'aisance trop rap-

prochée ou gaz d'éclairage provenant d'un tuyau crevé. Aussi, pour être à l'abri de ces accidents la cave devra être très profonde, ce qui n'est pas toujours possible à réaliser. Il sera bon dans tous les cas de la rendre imperméable tout en y aménageant des soupiraux pour la ventilation.

On peut aussi creuser devant la maison, du côté de la rue une courette (cour anglaise) qui n'a pas besoin d'être bien large et sur laquelle pourra déboucher la fenêtre de la cave devenue sous-sol. Dans ce cas, l'imperméabilisation s'impose pour tous les murs sauf pour celui qui limite le sous-sol de la cour anglaise. Cette interposition d'une couche d'air entre la cave et le sol va nous inciter à parler des murs creux et des doubles murs qui là comme ailleurs auront une utilité incontestable.

Puisque la perméabilité à l'air est une condition hygiénique primordiale et que d'autre part les gaz du sol peuvent être dangereux, il vient tout naturellement à l'idée d'entourer la cave d'une sorte de gaine d'air limitée extérieurement par un second mur rigoureusement imperméable, ceci pour éviter l'humidité et les infiltrations dans l'espace compris entre les deux murs. Il faudra de plus dans cet espace assurer l'établissement d'un courant d'air et employer pour les boutisses qui épaulent le contre mur sur le mur maître des matériaux imperméables tels que briques vitrifiées ou asphalte. Lorsque les circonstances le permettent, on emploiera avec succès le procédé indiqué par le schéma.



- | | |
|----------------------|--------------------|
| T Trottoir. | A Assise de béton. |
| V Voûte de l'espace. | MM Mur maître. |
| C Cave. | CM Contre mur. |

Un contre mur résistant laissera un espace suffisant entre le sol et le mur maître; la partie inférieure formant radier sera établie plus bas que le sol des caves et en pente pour assurer l'écoulement des eaux qui pourraient y arriver. La partie supérieure sera réunie au mur maître par une voûte maçonnée au mortier. Cette voûte ne sera exécutée qu'après l'élé-

vation du bâtiment afin d'éviter les ruptures qui pourraient résulter d'un tassement de la construction, elle sera recouverte par un trottoir groudronné. Cet espace bien aéré pourra être avantageusement utilisé pour le placement de diverses canalisations : électricité, conduites d'eau ou de chauffage central. Il vaudra mieux s'abstenir d'y faire passer les conduites de gaz.

Cas des terrains infiltrés ou inondables.

Le sol de la cave : Nous avons vu que dans tous les cas il était préférable d'imperméabiliser le sol de la cave par une assise de béton recouverte de sable. Cette précaution sera-t-elle suffisante devant un terrain saturé d'eau parfois même sous pression ?

Si l'on craint les infiltrations, on pourra étendre sur le sol une couche de béton hydraulique de 15 à 20 cm. d'épaisseur recouverte elle-même d'un enduit de ciment relevé sur les côtés de façon à protéger les murs jusqu'au niveau des plus hautes eaux. Cette solution est suffisante lorsque ce niveau n'est pas à plus de 0 m. 50 du sol de la cave; au delà, la couche de béton serait traversée par suite de la pression de l'eau.

Dans les cas où on craint des pressions de plus de 50 cm. il devient nécessaire de leur opposer un radier en forme de voûte renversée de 30 cm. d'épaisseur à la clef. Cette voûte reçoit sur sa face supérieure

un enduit de ciment relevé le long des piédroits jusqu'à la limite atteinte par les plus hautes eaux. On établit enfin une aire horizontale en remplissant le creux de la voûte avec du sable.

Les murs de la cave et les infiltrations : Pour préserver la cave des infiltrations venues des murs, il nous faudra imperméabiliser ceux-ci de la façon la plus absolue. Cette opération ira sans doute à l'encontre de la ventilation naturelle par perméabilité, aussi il faudra chaque fois qu'on le pourra avoir recours au double mur. Le mur maître sera ainsi perméable à l'air d'un vide qu'on aura soin de ménager entre lui et le contre mur, ce dernier étant bien entendu dûment imperméabilisé. Malheureusement, le contre mur, s'il représente la solution idéale au point de vue de l'hygiène, n'est pas toujours possible, aussi viserons-nous dans la majeure partie des cas à imperméabiliser le mur maître lui-même. D'ailleurs, que ce soit l'une ou l'autre de ces parois, les procédés seront les mêmes, aussi nous nous bornerons à les énumérer.

Imperméabilisation par revêtement : Nous aurons le ciment, l'asphalte et les peintures.

Ciment : remarquablement étanche, on en fera un revêtement continu sur toute la partie où peuvent se produire les infiltrations. L'épaisseur de la couche sera de 2 à 3 centimètres.

Enduits asphaltés : un enduit à base d'asphalte, paraffine, amiante et gomme aura de remarquables propriétés adhésives et présentera le grand avantage

d'être appliqué à froid à la manière d'un mastic. Toutefois, si la pression des eaux d'infiltration est trop forte, il faudra trouver autre chose car la couche protectrice prise entre la pression de l'eau qui a franchi le mur et la force de résistance due à son imperméabilité finira par se décoller ou se fendiller. Le même reproche pourra être fait aux revêtements de peintures ou de goudron qui pourront également se craqueler ou se déchirer sous des pressions trop grandes.

Imperméabilisation par combinaison : On a pensé incorporer au mortier ou au béton des substances capables de rendre ces derniers imperméables; parmi ceux-ci nous citerons les fluosilicates et les extraits d'algues (alginose, fucose-algue).

Fluosilicates : Ce sont des fluosilicates de zinc, d'aluminium ou de magnésium qui, en présence du calcaire, donnent des carbonates métalliques et de la silice ainsi que du fluorure de calcium. Ces produits pourront être appliqués par badigeonnage (restauration de Notre-Dame en 1866 par Viollet le Duc) ou par mélange à l'eau du mortier ou du béton. L'application des fluosilicates sur le ciment sec a donné de bons résultats, elle a été utilisée dans certaines gares, sur des ponts et dans les constructions exposées à l'air salin où elle constitue un revêtement de choix.

Extraits d'algues : on les mélange au ciment avant le gâchage du mortier. Pour le béton à 300 kg. au mètre cube, il en faut 10 kg. Le béton aux extraits d'algues s'accommodera très bien, pour prendre de l'humidité des chantiers.

Imperméabilisation par la pierre elle-même : les briques vitrifiées arrêteront remarquablement le passage de l'eau, il en sera de même des carreaux de grès cérame ou des produits émaillés. Le seul point faible sera le mortier de liaison qu'il conviendra d'imperméabiliser par un silicatage abondant. Les carreaux faïencés sont aussi d'un usage efficace, ce sont eux qui revêtent les gares du métropolitain à Paris.

Imperméabilisation par chape : il s'agit d'empri-sonner dans le mur une couche de matériau rigoureusement étanche. Cette solution sera la méthode de choix à employer lorsque la pression des eaux d'infiltration dépasse 60 cm. En effet, cette couche ou chape, enchassée entre deux parois, ne pourra se décoller sous l'effort des pressions. On emploie la chape en plomb épaisse de 2 mm., mais ce revêtement qui est le meilleur devient fort coûteux dès que la surface de la cave est grande.

Chape simple au bitume : formée d'une toile recouverte de bitume sur ses deux faces. Elle se présente sous forme de feuilles de dimensions variables et vendues en rouleaux.

Chape composée : formée d'une lame de plomb très mince entourée de deux toiles bitumées, plus lourde et plus coûteuse, elle apporte avec elle la sécurité absolue conférée par le plomb.

CHAPITRE III

CONDUCTIBILITE THERMIQUE

La conductibilité calorifique des matériaux a une grande importance. La maison est comme un vêtement qui doit être solide sans doute mais, de plus, doit protéger contre le froid et le chaud. Au point de vue du confort de l'habitation, la qualité principale des matériaux est de se laisser traverser le moins possible par la chaleur. Plus leur conductibilité thermique est faible, mieux ils gardent la chaleur intérieure pendant l'hiver, et mieux aussi ils protègent contre la chaleur extérieure pendant l'été. C'est ce qui fait la supériorité des matériaux poreux (les briques par exemple) car ils sont mauvais conducteurs thermiques à cause de l'air qui contiennent. D'un autre côté la conductibilité est inversement proportionnelle à l'épaisseur. Un mur de brique doit avoir au moins 35 cm. d'épaisseur; les murs de pierre doivent être plus épais parce que leur porosité moindre favorise davantage la transmission de la chaleur.

Nous possédons toute une série de substances mauvaises conductrices, depuis la pierre de taille jusqu'aux agglomérés ultra légers de ponce ou de liège.

Malheureusement nous ne pouvons pas les employer indifféremment. Il faudra concilier le prix de revient, l'épaisseur, la solidité et la perméabilité à l'air. De plus, le mur ne devra pas se comporter comme une éponge à la moindre averse.

A l'extérieur, nous opposerons aux intempéries la pierre de taille, le béton, la brique de revêtement qui, tout en laissant passer l'air, résisteront à l'humidité. La lutte contre la chaleur ou le froid se fera en arrière de ce premier plan; c'est là que les agglomérés, fibro-ciments et briques légères feront merveille car ils seront abrités de l'humidité par une première rangée de matériaux et jouiront de ce fait du maximum de leurs propriétés isothermiques.

Coefficients de conductibilité.

On appelle ainsi la quantité de chaleur passant pendant l'unité de temps, à travers l'unité de surface du mur, ses deux faces étant distantes d'une longueur égale à l'unité et présentant une différence de température de 1°.

Voici quelques-uns de ces coefficients K.

Pierre de taille	0,65
Béton	0,65
Crépi	0,65
Brique silico-calcaire	0,60
Terre	0,45
Brique ordinaire	0,36

Brique creuse	0,28
Amiante	0,25
Brique de ponce	0,13
Aggloméré de liège	0,126
Briques de liège	0,070
Linoléum	0,069
Laine minérale	0,068
Poudre de liège	0,042
Couche d'air continue	0,025

Ces quelques chiffres montrent que :

a) le vide d'air est le meilleur isolant à condition d'être continu;

b) les corps poreux les plus mauvais conducteurs ne peuvent avoir pour coefficient K un chiffre inférieur à 0,025 qui est celui de conductibilité de l'air calme.

De plus, il a été démontré que le coefficient K était très variable et cela par suite :

1°) de la densité du corps, K augmente d'autant plus que la matière est comprimée;

2°) de la température, K n'est pas le même entre 10 et 11° qu'entre 50 et 51°;

3°) de l'humidité, K augmente d'autant plus que les pores sont remplis d'eau.

Conductibilité dans les murs composés.

Le coefficient de conductibilité d'un mur formé de matériaux différents et juxtaposés s'obtient par l'application de la formule suivante :

$$\frac{E}{K} = \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \dots + \frac{e_n}{k_n}$$

k_1, k_2, k_n sont les coefficients de conductibilité des couches successives;

K est le coefficient du mur composé.

E est son épaisseur;

e_1, e_2, e_n , l'épaisseur des couches successives.

Conductibilité des murs creux : la transmission de la chaleur à travers l'espace d'air peut se décomposer en trois parties :

Transmission par conductibilité à l'air de molécule à molécule comme pour un solide.

Transmission par convection, par suite des courants qui s'établissent entre les parois.

Transmission par rayonnement, indépendant de l'air et qui serait le même au cas où on ferait le vide entre les parois.

On peut actuellement déterminer la valeur des coefficients équivalents à employer dans la formule générales des murs composés en assimilant les vides d'air à des matériaux solides.

Application pratique à la construction.

Bien qu'ayant mis en évidence les propriétés isothermiques des matériaux légers, nous ne pouvons parler de murs où ils auraient l'exclusivité. Ce serait

une faute grave que de mettre à la pluie et au vent des corps trop spongieux dont les pores se boucheraient à la moindre humidité. Aussi réserverons-nous ces matériaux pour la paroi interne des murs.

Voici ce que nous proposons :

a) 1 assise de brique ordinaire, 2 de briques spongieuses;

b) 1 assise de pierre de taille de 0 m. 25 et 1 de brique;

c) 2 assises de briques ordinaires, 1 de briques spongieuses.

Classification des briques et des agglomérés d'après leur conductibilité.

Briques silico-calcaires, par cuisson de sable siliceux et de chaux, peu perméables à l'air.

Briques ordinaires, moins conductrices et plus perméables à l'air.

Briques creuses : cloisonnées ou perforées.

Briques légères : à base d'argile ou de kieselguhr et de sciure de bois qui laisse des vides à la cuisson.

Briques de ponce : très légères mais peu solides.

Briques de liège : agglutination de débris de liège par l'oxychlorure de magnésium.

Agglomérés.

Fibro-ciment : à base d'amiante et de déchets fibreux, peu perméable à l'air.

Agglomérés de laitier.

Agglomérés de mâchefer et de scories.

Agglomérés en écume de laitier.

Agglomérés de bois ou de liège.

Utilité des murs creux.

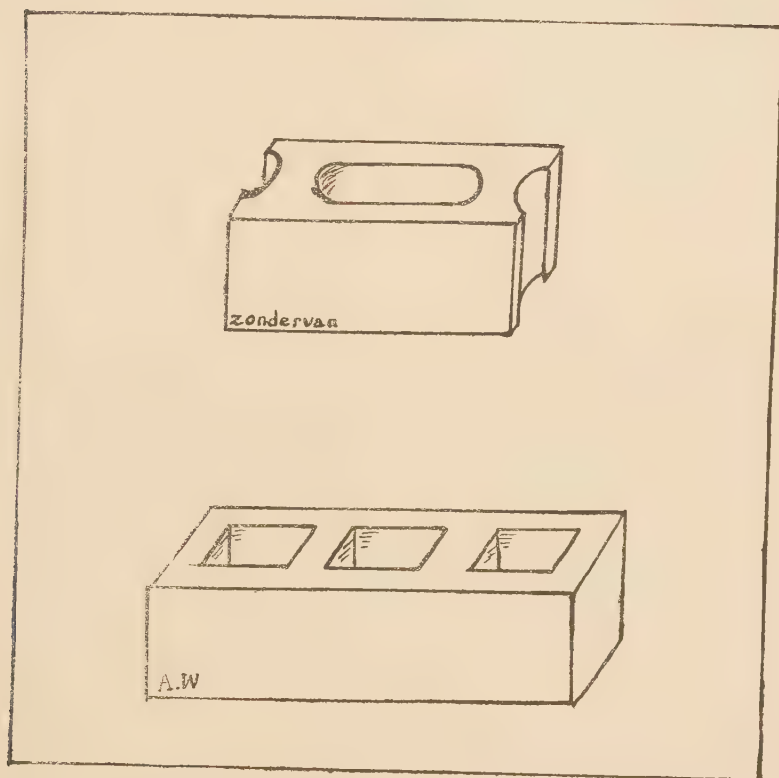
Ils présentent de grands avantages tant par l'économie de matière ou de main-d'œuvre à la pose que pour l'hygiène. L'air est un bon isolant qui protège les locaux intérieurs contre les variations de température aussi bien que contre l'humidité, celle-ci traversant plus facilement un massif homogène.

A cet égard on préconise la construction de murs à double paroi en maintenant dans l'intervalle une couche d'air qui, en théorie, devrait être continue. En réalité cette continuité n'existe pas car on utilise des agglomérés creux dont les parois sont nécessairement solidarisées par des petites cloisons transversales. Toutefois ces cloisons sont fort minces, elles ont au plus 4 cm. d'épaisseur si bien que le rapport des vides aux pleins est encore très grand.

Une telle muraille de 20 cm. sera aussi étanche à la chaleur qu'un mur plein de 40 cm.

Divers types d'agglomérés creux : Les agglomérés sont coulés au moule avec ou sans pression; on emploie du béton de ciment et de gravier menu, du mâchefer ou même des matériaux de démolition suffisamment concassés.

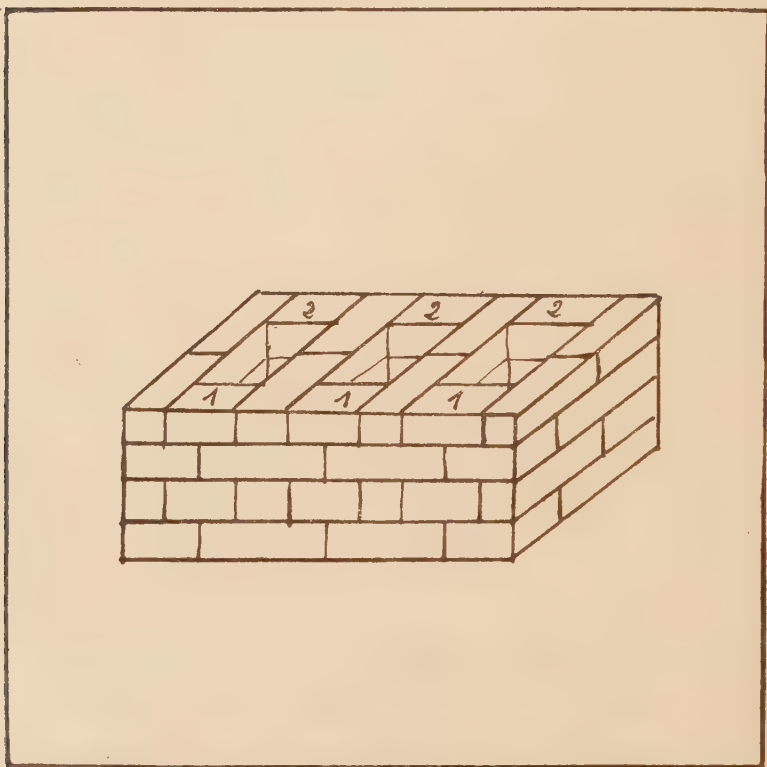
Moellon Zondervan : percé d'un trou elliptique et portant des gorges demi-cylindriques sur ses faces latérales, il mesure $20 \times 20 \times 40$ et pèse 25 kg.



Agglomérés Allur et Winget : percés de 3 trous carrés, il en existe de plusieurs dimensions et de plusieurs épaisseurs.

Murs creux en briques pleines.

Joignent à une certaine perméabilité à l'air des propriétés isolantes remarquables quant aux variations thermiques. On construira le mur suivant le schéma ci-dessous :



On peut, si on veut remplacer les briques 2 par des briques creuses ou légères ou mettre derrière une 3^e assise en agglomérés de liège qui aura l'avantage de permettre d'enfoncer des clous, d'être très isolante et qui sera particulièrement insonore.

Bétons isothermiques.

Il y en a de plusieurs sortes, nous citerons :

Béton cellulaire : composé de mâchefer, chaux et ciment. Sa densité est 0,8 mais sa solidité relative ne permet de l'employer qu'en masques ou cloisons.

Béton de scories : léger et peu résistant.

Béton de trass rhénan ou de ponce, utilisé en Allemagne, très poreux et de résistance très faible. Une charpente en béton armé sera nécessaire.

Bétons au liège ou à la sciure de bois, très isothermiques mais encore à l'étude et qui seront des matériaux de premier choix pour recouvrir les canalisations du chauffage central.

Notons enfin que tous ces bétons peuvent être présentés sous forme de dalles et de carreaux à la fois isothermiques et insonores.

Fenêtres doubles et doubles vitres.

La question des murs creux nous incite à dire quelques mots sur ce problème encore trop peu étudié.

L'emploi de la fenêtre double permet de réduire de plus de moitié la déperdition de chaleur des parties éclairantes de la maison. Elle constitue également

une excellente protection contre le vent, aussi est-elle employée dans les pays à climat rigoureux. Il serait heureux que son emploi se généralisât dans nos régions, surtout pour les fenêtres exposées au nord et à l'ouest.

On peut aussi aménager des fenêtres simples avec des vitrages doubles, non seulement on y trouverait une économie considérable de combustible, mais on améliorerait dans une très large mesure le confort des pièces. La température intérieure des fenêtres simples est en effet très inférieure à celle des autres parois des pièces chauffées. L'usage des vitrages doubles permettrait de relever notablement cette température.

Il ne faut pas non plus oublier qu'en été la vitre absorbe une partie des rayons solaires. Cette absorption combinée avec le vide d'air serait certainement très efficace pour favoriser le rafraîchissement des locaux et éviter souvent l'emploi d'appareils réfrigérants fort coûteux.

CHAPITRE IV.

MESURES DE PROPHYLAXIE CONTRE LES MICROBES DANS LA CONSTRUCTION MODERNE

Il est de toute évidence que nos maisons anciennes avec leurs planchers, entrevous, papiers, tentures, tapis et coins sombres n'ont jamais répondu aux principes de l'hygiène. C'est pourquoi, le constructeur devra s'attaquer à ces différents problèmes afin de traquer les microbes dans leurs ultimes retraites. La lumière, indispensable à la santé et excellent bactéricide, devra pénétrer partout et les pièces sans fenêtre et autres endroits obscurs seront systématiquement proscrits dans la maison moderne.

Nous allons passer en revue quelques uns de ces problèmes, voir ce que l'on peut garder, ce qu'il faut supprimer et enfin ce que l'hygiéniste aura à sa disposition pour rendre la maison à la fois agréable et salubre.

Le mur et les microbes.

Les murs poreux ont été accusés de servir de réceptacle naturel aux poussières et aux germes contenus dans l'air, de s'imprégner de tous les microbes, et de devenir par eux-mêmes un foyer d'infection. Cette critique a une réelle valeur lorsqu'il s'agit de constructions où les germes nocifs sont accumulés (hôpitaux), elle en a moins lorsqu'il s'agit de l'habitation normale de l'homme bien portant E. TRELAT a pensé que l'air, dans l'état de division extrême où il se trouve dans les murs poreux devait avoir des propriétés oxydantes assez intenses pour brûler les particules organiques rencontrées sur son passage. Le mur deviendrait dans ce cas, un purificateur analogue au sol et il semble que cet argument en faveur des murs perméables est une explication nouvelle de l'effet d'assainissement que l'air produit sur tout ce qui se trouve à son contact.

Cependant, si le mur sec est bactéricide, il n'en est plus de même pour le mur humide.

Du dehors cette humidité apporte toute une flore de moisissures ou de champignons qui altèrent les matériaux tandis qu'au dedans, elle favorise la vie des microbes pathogènes.

VITO LO BOSCO a constaté que le bacille diphtérique pouvait vivre 1 mois sur un mur humide, le bacille tuberculeux 5 mois, l'Eberth 4 à 10 jours, enfin le

charbon et le vibron septique sous forme de spores peuvent résister 1 an. LAYET ajoute « humides pendant l'hiver et le printemps, les murs commencent à devenir secs aux premières chaleurs. A ce moment, le mouvement de diffusion de l'air à travers les murs s'affirmera davantage; et l'on ne peut s'empêcher de trouver ici une corrélation avec l'explosion des maladies infectieuses pendant le second trimestre de l'année ».

Tant et si bien que nous retrouvons là comme ailleurs notre vieille ennemie : l'humidité.

Le plancher et les microbes.

Depuis que l'on connaît le rôle des poussières dans l'étiologie des maladies infectieuses, l'état du sol des locaux habités a pris une importance considérable. On s'est surtout attaché à démontrer le danger que représente dans la construction actuelle l'entrevous c'est-à-dire l'espace compris entre le plancher d'une chambre et le plafond de la chambre sous-jacente. Entre les lames du parquet, les poussières de toutes origines (crachats, chaussures) passent et s'accumulent dans cette cavité. On y trouve des microbes innombrables dont certains pathogènes (coli-bacille, pneumocoque, B. K.) sont susceptibles de récupérer leur virulence dans ce milieu chaud, humide et obscur.

Une première chose à faire pour la construction moderne sera la suppression de l'entrevous. Il suffira de combler cet espace avec des matériaux légers, incombustibles et insonores. Parmi ceux-ci nous citerons les briques creuses, la laine de scories et les agglomérés de liège.

Plancher : Il est impossible d'obtenir avec le bois un sol étanche et imperméable aux microbes, nous devons donc rechercher un revêtement homogène minéral.

Pour les locaux de passage, cuisines, salles de bains, nous proposerons le carreau de grès cérame, ce corps est imperméable, solide, inaltérable.

Un point essentiel sur lequel nous attirons l'attention est qu'en raison de son imperméabilité et de la finesse de son grain, il ne laisse jamais pénétrer les micro organismes, ce sera donc le carrelage idéal de la maison salubre.

Pour les locaux tels que salon, salle à manger ou chambre à coucher, les carreaux, par leur conductibilité thermique sont une cause de refroidissement fort désagréable, aussi l'industrie a lancé depuis quelques années des pâtes de bois, composées de sciure et de minéraux divers (chlorure, magnésie, amiante). On les étale à l'état pâteux en couche uniforme qui durcit rapidement.

Nous citerons parmi ceux-ci les plus courants :

Silicite : Mélange de silice, liège et chlorure de magnésium que l'on étend à la truelle en une seule couche de 1 cm. La pâte prend en deux jours. On peut

augmenter la résistance à l'usure en ajoutant du carborundum.

Les surfaces en silicite sont susceptibles d'un beau poli que l'on peut compléter par encaustiquage.

Certaines voitures du métropolitain ont un parquet en silicite au carborundum.

Xylolithe : Mélange de magnésie, chlorure de magnésium et petits fragments de bois. Le mélange est posé à la truelle et égalisé. Il sèche en deux jours.

Terrazolith : S'étale en deux couches, la première ou porosité est ultra légère, insonore, isothermique et incombustible. Elle est formée d'un aggloméré magnésien de bois et de liège. La seconde est constituée d'un aggloméré plus dense et coloré diversement.

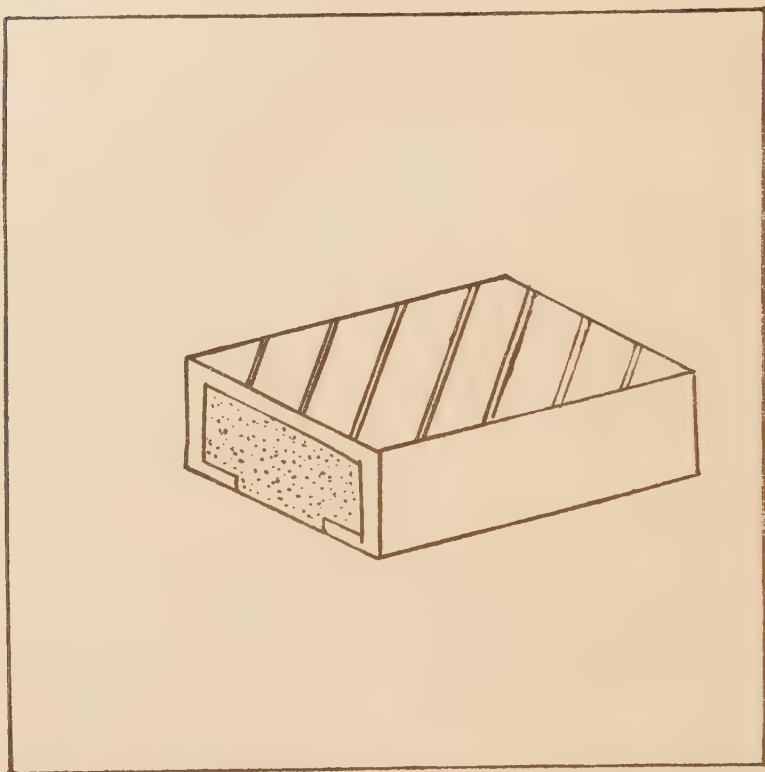
Ce matériau qui est très recommandable au point de vue de l'hygiène a été employé notamment au centre français de Médecine et de Chirurgie.

Linoléum : C'est une xylolithe légère, peu comprimée contenant une notable proportion de déchets de liège. Citons enfin le stucolith, porphyrolith et prismatic lith que l'on emploie souvent sous forme de plaques comprimées qu'on réunit à l'aide d'un ciment spécial.

Emploi du caoutchouc : C'est un très bon isolant.

Pavés de caoutchouc : Ce sont des blocs de béton enrobés de caoutchouc. L'usine fournit des boîtiers de transport peu onéreux, le remplissage se fait à l'aide d'un béton quelconque. Ces pavés se juxtaposent sans liant et constitueront un sol idéal, sain, iso-

thermique et insonore. On les emploie dans les ateliers et certains laboratoires.



Tapis de caoutchouc : Le tapis ordinaire, véritable asile pour microbes ne sera pas admis dans la maison moderne. On l'a accusé souvent à juste titre de transmettre des maladies redoutables, parmi lesquelles nous citerons la tuberculose et même la lèpre. Le tapis de caoutchouc, propre, facile à laver et souvent très décoratif est appelé à rendre de très grands services.

Les peintures.

Se subdivisent en peintures perméables et imperméables.

Perméables : A la chaux : antiseptique incontestable sera la plus hygiénique, perméable à l'air elle pourra recouvrir les murs en totalité.

A la colle ou détrempe : Mélange de craie colorée et fixée par de la colle, certaines sont même lavables.

Imperméables : Au silicate : durcit et vitrifie les pierres en faisant corps avec elles (Silexore).

A l'huile : Faites d'un élément liquide ou véhicule et d'un élément solide ou pigment.

Pigments blancs ou de base : Céruse, sulfate de plomb, blancs de zinc ou de titane, lithopone.

Céruse : Définitivement écartée par suite des accidents de saturnisme qu'elle entraîne. L'usage en est interdit depuis 1915 en France, par une loi qui fut renforcée le 31 janvier 1926 et étendue au sulfate de plomb.

Rappelons également que la conférence internationale du travail émanant de la S. D. N. a voté en 1921 un projet de convention internationale prohibant céruse et sulfate de plomb dans les travaux d'intérieur et limitant à 2 % la teneur en plomb métal tolérée par les pigments blancs.

Blanc d'antimoine : Sb^2O^3 est peu employé d'une

part à cause de son teint grisâtre, d'autre part du fait de sa novicité — légère d'ailleurs.

Blanc de zinc : ZnO , d'un emploi courant et d'une innocuité parfaite.

Lithopone : Formé de sulfure de zinc et sulfate de baryum Zn S. Ba SO^4 . Il forme des blancs parfaits et sains.

Blanc de titane : Ti O^2 médiocre à l'état pur, mais excellent en présence de Zn O .

Pigments colorés : On ajoute aux pigments blancs de base des substances colorées telles que : ocre jaune, bleu Victoria, vert anglais, jaune de chrome.

Peintures émaillées ou laquées : A base de vernis, elles sont dures, siccatives et donnent une surface lisse et brillante. Elles seront désignées pour les hôpitaux, les cuisines, les salles de bains.

Peintures et papiers peints.

Nous dirons quelques mots d'une controverse non encore close et à laquelle sans doute quelque création nouvelle mettra un terme.

Il est incontestable qu'au point de vue de l'hygiène les surfaces murales convenablement peintes sont de beaucoup supérieures aux murs tapissés. Il y a une profusion de preuves qui montrent que les germes trouvent facilement asile et nourriture dans l'amidon et autres colles organiques nécessaires à fixer les pa-

piers; aussi, dans les hôpitaux où les conditions sanitaires doivent être rigoureuses, la peinture deviendra une règle. Toutefois, pour ce qui est des murs de l'habitation normale les deux modes de décoration seront admissibles; certes, dans l'intérêt de l'hygiène la peinture serait préférable, mais ce serait une erreur de proscrire sans pitié le papier peint qui n'est pas tellement nocif et qui nous apporte un peu d'hygiène mentale par ses décorations variées et souvent fort belles.

De toute façon, qu'une maladie infectieuse se déclare, peinture et papiers peints seront justiciables de la désinfection et il est plus facile souvent de stériliser un papier mince et perméable qu'une couche de peinture plus épaisse et plus ou moins encrassée.

Dans ce domaine, il est donc plus raisonnable, pour la décoration du bâtiment d'envisager peinture et papier peint plutôt que de créer une sorte de dilemme peinture ou papier peint.

N'oublions pas non plus pour mettre tout le monde d'accord qu'il existe des papiers cuirs et des papiers lavables qui constituent au point de vue hygiénique de très appréciables progrès tout en permettant de ne pas négliger l'aspect décoratif. Il est fort probable qu'on ne s'en tiendra pas là et que les fabricants et inventeurs tendront de plus en plus à améliorer leurs produits quant à l'hygiène des habitations.

Notes sur la lumière.

Influence sanitaire de la lumière : Il n'est pas douteux que la lumière du jour ait sur le corps une influence favorable tandis que l'obscurité exerce une influence fâcheuse. Il est courant d'observer des phénomènes de dépérissement et d'anémie chez des ouvriers vivant continuellement dans l'ombre comme les mineurs ou les chauffeurs. Toutefois le mécanisme de cette action de la lumière est inconnu; sans doute il y a-t-il à la fois une action chimique intracellulaire et une action nerveuse.

Action de la lumière sur les microbes : La lumière solaire a un pouvoir bactéricide remarquable, qui semble appartenir aux rayons chimiques bleus, violets et ultra-violets. La lumière diffuse est bien moins active.

Le temps nécessaire pour la destruction d'un microbe dépend de son espèce et des conditions de l'expérience. Les spores résistent mieux que les formes végétatives et parmi les germes non sporulés, la résistance est variable, très grande pour le bacille tuberculeux, très faible pour le vibrion cholérique.

L'humidité favorise l'action de la lumière les microbes et leurs spores supportent plus longtemps la lumière à l'état sec qu'à l'état humide. La bactérie charbonneuse meurt en 5 heures à l'état sec et en 2 heures à l'état humide, sa spore résiste 100 heures à l'état sec et 48 heures en milieu humide.

Avant de se détruire, les microbes perdent leur pouvoir chromogène et leur pouvoir pathogène. La lumière a une action analogue sur les toxines tétanique et diphtérique par un processus analogue d'oxydation.

Il y a donc avantage à ce que la lumière pénètre largement dans nos demeures et l'architecte moderne devra traquer sans pitié recoins et pièces obscures.

Ce serait une erreur que de tomber dans l'excès contraire et de transformer la maison en bocal, l'habitation tout en verre serait fort insalubre parce qu'imperméable à l'air et à la vapeur d'eau.

Nous nous bornerons donc à des inclusions de matériaux de verre dans les endroits sans fenêtre.

C'est ainsi que les carreaux de verre peuvent être employés soit pour couvrir une cour que l'on veut utiliser en rez-de-chaussée, soit pour éclairer un local qui ne peut prendre jour qu'au plafond ou un sous-sol qui ne peut trouver de jour que sur le trottoir.

Verres moulés : des moulages de verre brut donnent des tuiles, dalles, pavés. Les dallages transparents et résistants trouvent leur emploi dans toutes les constructions. Il existe aussi des dalles de béton garnies de pavés ronds en verre de 10 cm. de diamètre et de hauteur et d'une très grande résistance. Elles sont de plus en plus employées pour la construction des planchers, coupoles ou plafonds lumineux.

Brique Nevada : Carreau de 20×20 cm. et de 4 cm.

d'épaisseur contenant une gorge assez profonde pour le maintenir dans le hourdis et laisser éventuellement passer des armatures bien enrobées. Un face est en relief ayant l'aspect d'un martelage décoratif, l'autre concave rend la brique plus légère et favorise la diffusion de la lumière.

Question des rats.

Les mesures de prophylaxie seront extrêmement simples dans une maison bâtie selon les principes de l'hygiène. La cimentation et l'étanchéité des caves, la suppression des entrevous, la toiture d'amiante donnant des greniers sans réduits obscurs ni solivage encombrant, tout cela s'opposera à l'invasion et au développement des dangereux rongeurs.

Tout ce qui peut être en connexion avec les égouts (évier, lavoirs, etc...) sera muni d'un treillis métallique solide dont les mailles seront larges de 1,5 à 2 cm. afin de ne pas gêner les écoulements. Les caves et les étables seront parfaitement cimentées ou imperméabilisées au silicate, leurs orifices (souterrains ou ouvertures) seront munis du treillis plus haut cité; quant aux bâtiments où on emmagasine les vivres, le mieux serait de les surélever sur des pilotis de ciment comme cela se fait dans certains docks et entrepôts.

CHAPITRE V

LUTTE CONTRE LE SON ET LES VIBRATIONS

Le problème de la suppression ou de l'atténuation des bruits étant devenu de plus en plus aigu, on a obtenu grâce à de nombreuses recherches, des matériaux isolants donnant des résultats très notables. Pourtant, à mesure du développement de ce problème, on se heurte à certaines difficultés qui consistent en les faits suivants :

Beaucoup de matériaux, comme le feutre, liège aggloméré etc... qui donnent de bons résultats comme amortisseurs des bruits transmis par la construction du bâtiment sont peu efficaces à cause de leur porosité pour arrêter les bruits transmis par l'air, même s'ils sont employés en grande épaisseur.

D'autre part, les méthodes de défense contre les bruits ne s'accordent pas dans certains cas avec d'autres problèmes de la construction moderne : la ventilation, le chauffage, la lutte contre l'humidité, la stabilité du bâtiment et enfin la question financière.

Les différents bruits.

Nous diviserons les bruits en deux groupes :

1° *Ceux de la rue*, traversant les murs et amplifiés souvent par la résonance;

2° *Ceux de la maison*, conduits directement par les murs de la construction.

Si nous sommes très désarmés en face des bruits de la rue, nous serons mieux partagés pour ce qui est des bruits transmis par la maison et nous disposerons souvent de matériaux très efficaces.

Toutefois, nous pouvons dire dès maintenant que les meilleurs isolants des sons se trouvent être des corps imperméables à l'air et à la vapeur d'eau, ce qui aura des conséquences fâcheuses au point de vue de l'hygiène.

Sons transmis par les murs : RAYLEIGH a démontré que la transmission du son était directement proportionnelle au degré de porosité, au diamètre des pores et à la hauteur du son et en raison inverse de l'épaisseur du mur.

Il découle de là que pour supprimer la transmission du son il faut supprimer la porosité du mur en le revêtant d'un matériau étanche tel le brai, le silicate de potasse ou certaines plaques insonores sur lesquelles nous reviendrons tout à l'heure.

Nous voyons déjà que par l'emploi de ces produits destinés à fermer les pores, nous devons renoncer à

cette perméabilité à l'air que nous avons pu sauvegarder jusqu'à présent.

Des études ont été faites sur les murs creux, mais elles n'ont pas donné de résultats concluants. Très utiles contre les bruits transmis par la maison, les murs creux n'ont que peu de valeur contre les bruits venus du dehors. Pour obtenir un bon résultat le vide doit être rempli par un matériau étanche tel que l'argile, le caoutchouc, et par conséquent imperméable à l'air.

Lutte contre les bruits de la maison.

L'intensité du son transmis par un plancher ou un mur croît avec leur portée, leur porosité, leur élasticité et diminue avec leur épaisseur et leur étanchéité. Pour empêcher les bruits de se transmettre dans un bâtiment, il faut tout d'abord interrompre la construction des fondations et des murs par l'interposition de plaques isolantes.

Il va sans dire que pour cela deux conditions préalables sont à remplir : assurer la stabilité du bâtiment et employer un matériau isolant qui, tout en étant élastique, possède les qualités d'inaltérabilité et de résistance nécessaires.

Dans les murs en béton armé où il n'est pas possible d'interrompre la partie métallique de la construction, on se contentera d'interposer des plaques

isolantes dans les parties en béton de ce mur; de ce fait on diminuera la transmission des bruits de façon appréciable.

Quant au plancher proprement dit, il reposera soit sur une couche de sable ou de tourbe épaisse de 3 cm., soit sur une plaque composée (Antiphon) formée d'une couche étanche et d'une couche élastique enveloppées de carton bitumé. D'autres matériaux isolants semblent avoir fait leurs preuves, ce sont :

Absorbit : plaques formées de plusieurs couches de carton imprégné séparées entre elles par des couches d'air.

Korsil asphalté : plaques de liège comprimé munies de deux couches de feutre bitumé.

Contil : formé de couches élastiques superposées.

Lutte contre les bruits extérieurs.

Nous avons vu précédemment combien il était difficile de lutter contre les sons venus de l'extérieur.

La paroi se comporte vis-à-vis de ces sons comme une membrane et vibre tout comme la plaque d'un microphone devant lequel on parle.

Pour y remédier, on interposera entre les deux parois de la cloison une matière élastique qui est en même temps étanche. Les oscillations flexibles qui se produisent d'un côté du mur sont reçues par la matière élastique et absorbées par elle dans la

plus grande partie. Il se produit le même effet que dans l'isolation contre la transmission par la construction, la couche élastique séparant également la source des oscillations de la partie de construction à isoler.

En théorie, un matelas de caoutchouc gonflé d'air serait l'isolant idéal, il en serait de même du caoutchouc mousse dont on s'occupe trop peu, aussi nous devons nous contenter jusqu'à nouvel ordre des plaques étanches citées plus haut, telles qu'absorbit ou contils dont l'élasticité remarquable saura amortir et éteindre les vibrations.

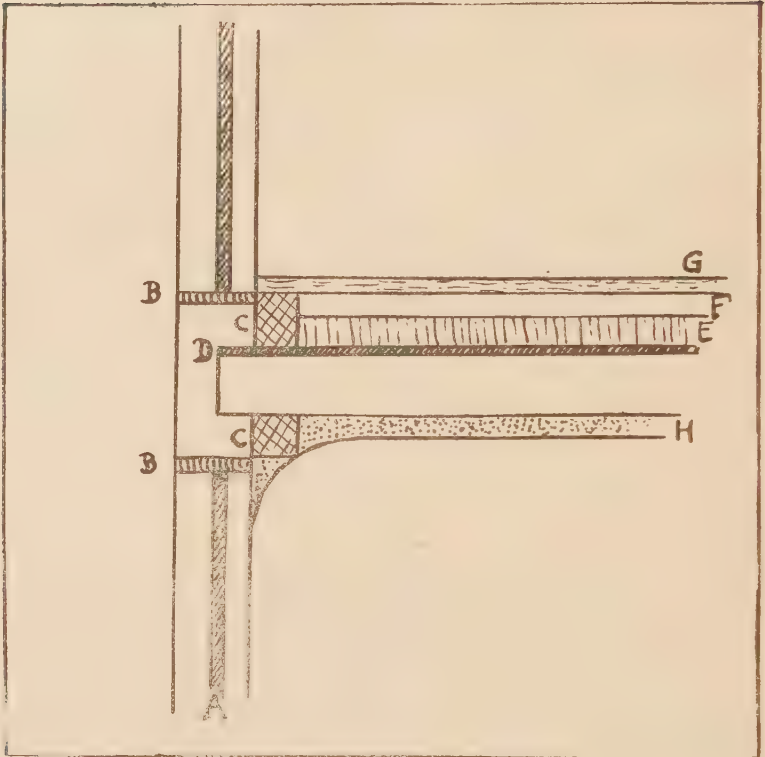
Bruits et vibrations dus à une machine.

Si le bruit vient d'une machine ou d'un moteur il ne suffira pas de s'entourer d'une gaine insonore et souvent insuffisante, il faudra lutter contre le bruit à l'endroit même où il prend naissance et isoler le moteur ou la machine.

Nous aurons pour cela recours au liège en plaques ou à des feutres imprégnés qui seront d'excellents amortisseurs pour les vibrations.

En résumé, les bruits venus de l'extérieur seront les plus difficiles à combattre directement, on ne peut obliger les gens à vivre dans une chambre gainée de caoutchouc ou d'asphalte qui serait malsaine au plus haut degré et qui n'aurait même pas l'avantage d'arrêter tous les bruits, car, ne l'oublions

*Coupe d'une construction ayant le
maximum d'insonorité*



- A. Couche élastique d'amortissement des bruits extérieurs (Absorbit).
- B. Plaques isolantes d'arrêt des vibrations intérieures.
- C. Brique de liège ou de caoutchouc.
- D. Revêtement asphaltique.
- E. Plaque isolante contre les vibrations du plancher (Antiphon).
- F. Assise de béton recouvert de xylolithe.
- G. Tapis de caoutchouc.
- H. Plafond de la pièce sous-jacente.

pas, une chambre doit avoir des fenêtres et jusqu'à nouvel ordre le verre commercial est le matériau qui est le plus sonore.

L'hygiéniste devra donc se joindre de toute sa force et de toute son autorité aux croisades contre le bruit afin de multiplier les règlements à ce sujet et de faire observer ceux qui existent déjà. Comme pour la machine ou le moteur, c'est à la source qu'il faut veiller.

CHAPITRE VI

LES MATERIAUX DE CONSTRUCTION DES ABRIS DE GUERRE ET L'HYGIENE

Maintenant que nous avons passé en revue les qualités nécessaires aux matériaux de la maison salubre, nous allons examiner celles requises par ces habitations temporaires où les circonstances peuvent nous obliger à chercher asile, nous voulons parler des abris de guerre.

Nous laisserons de côté tout ce qui est de l'aménagement intérieur, il y a là un chapitre immense qui sort des cadres de notre ouvrage, nous nous attarderons seulement sur la substance constitutive de l'abri et sur les moyens dont nous disposons pour résister aux invasions gazeuses.

Nous avons vu dans le début de notre ouvrage combien les matériaux de constructions pouvaient laisser passer l'air sous l'effet d'une différence de pression ou même de la simple diffusibilité; nous avons vu également combien cette particularité était utile en permettant l'élimination de CO^2 du dedans au dehors, mais ce qui est utile dans le cas normal devient dangereux au cas où des gaz toxiques se trouveraient à l'extérieur. Ceux-ci, en effet passent

plus vite que l'oxygène et tendront à s'insinuer dans l'abri par les innombrables pores du mur. La vitesse de diffusion n'a aucun rapport avec la densité, elle va en croissant suivant les différents gaz : oxygène, azote, oxyde de carbone, gaz carbonique, chlore, méthane, gaz sulfureux, ammoniac, cyanogène, éther, hydrogène.

Il est donc évident que certains gaz lourds tels que le chlore, le cyanogène, le gaz sulfureux ou leurs succédanés (ypérite et phosgène) seront particulièrement dangereux du fait qu'ils ne s'élèvent pas dans l'air et diffusent rapidement à travers les matériaux.

Toutefois, il ne faut pas exagérer le péril car l'abri présente toujours une forte épaisseur, de plus il faudrait supposer une stagnation et une concentration exceptionnelle de la nappe de gaz pour que les effets de la perméabilité des matériaux soient sensibles. Notons de plus que certains toxiques sont fixés ou décomposés en cours de trajet.

Cependant, afin de courir le moins de risques possibles il sera préférable d'assurer à l'abri une étanchéité rigoureuse.

L'abri sera un monolithe, car le manque de continuité et de cohésion peut être l'origine de fuites dangereuses, on le fera en béton ou en béton armé, riche en ciment pour qu'il soit à la fois plus solide et plus imperméable.

Pour l'étanchéité à l'intérieur, il ne faudra pas trop faire confiance au ciment qui peut se fissurer par retrait ni même aux peintures qui peuvent se

modifier profondément sous l'action des gaz (ypérite). On a envisagé l'étanchement par le marouflage de toiles imprégnées d'un enduit souple mais tout cela est imparfait, les meilleurs enduits (caoutchouc) sont attaquables aux gaz. De plus, l'enduit ne sera efficace que s'il est suffisamment extensible pour ne pas se rompre lorsque le matériau sous-jacent vient à se fissurer ou à bouger.

Aussi il reste deux techniques :

a) celle qui consiste à constituer à l'intérieur de l'élément résistant une coque imperméable suffisamment écartée pour que l'armature extérieure puisse jouer librement par rapport à l'enveloppe étanche.

b) celle qui consiste à loger l'élément imperméabilisant entre deux couches de matériaux résistants.

Nous nous retrouvons à peu près dans le même cas que pour une cave soumise à des infiltrations d'eau sous pression.

Dans le premier cas, nous aurons une sorte de double mur dont l'un serait en béton et l'autre en métal (acier).

Dans le second nous aurons recours à une chape qui tout comme dans la cave inondable serait un élément de sécurité parfait, surtout si c'est une chape au plomb.

Actuellement, le choix des matériaux entrera de moins en moins en ligne de compte, un bon béton protège efficacement du fait de sa composition et de son épaisseur, de plus, la théorie récente du milieu surpressé tranche la question d'une façon à la fois

décisive et hygiénique. En effet, il ne sera plus indispensable d'avoir des locaux hermétiquement clos, il sera même nécessaire que des pertes d'air se produisent vers l'extérieur pour qu'un balayage du milieu intérieur s'effectue sous l'influence de la surpression.

Rappelons qu'il suffit d'une surpression minime pour s'opposer à la pénétration des gaz extérieurs.

La prise d'air sera établie au moyen d'une cheminée en métal ou en béton armé, haute de 20 m. et munie de plusieurs bouches. L'air passera dans un coffre filtrant composé d'une couche de charbon actif et d'un dispositif contre les arsines. La vitesse de passage de l'air sera au maximum de 0 m. 50 par seconde. Enfin au-dessus du coffre filtrant se trouvera un couvercle sur lequel on fixera le ventilateur surpresseur.

Principaux genres d'abris.

Souterrain : ce sont les moins coûteux et les plus répandus, la protection est demandée au terrain seulement mais le problème de l'aération et de l'étanchéité sera plus difficile à résoudre du fait que les gaz toxiques sont plus lourds que l'air.

Aérien : possible dans les constructions élevées. On renforce le toit par un bétonnage épais et des poutres métalliques.

Aérien partiel : il s'agit d'une tour au centre de la maison constituée par une ossature d'acier et des parois de béton.

Abri en surface : il y a moins de protection que dans l'abri souterrain mais les problèmes d'aération et d'échantéité sont plus simples. La solution idéale serait de créer des dispensaires et des centres d'hygiène en temps de paix avec le souci de leur utilisation en temps de guerre comme refuge contre les bombes et les gaz, de tels établissements pourraient servir à la fois d'hôpitaux et de postes de secours.

Les matériaux constitutifs de la maison idéale.

Après avoir exposé les différents problèmes intéressant l'hygiéniste nous allons faire une sélection des meilleurs matériaux afin de constituer la maison parfaite.

Le toit : Sera recouvert de plaques de dérivés d'amiante disposés en deux couches séparées par 2 cm. d'air et qui permettront aux greniers de ne pas subir de grosses variations de température.

Les murs : Devront être doubles afin de mieux résister à l'humidité et aux variations thermiques. Les matériaux de construction importent peu pourvu qu'ils soient solides et perméables. Nous réserverons cependant nos préférences à la brique creuse ou au béton cellulaire porté par des poutres de métal ou

de béton armé. Les murs exposés aux intempéries seront revêtus de plaques d'amiante posées sur un lattis et distantes de 2 cm de ces murs. Ces derniers seront munis de tubes de Knapen à l'intérieur et même à l'extérieur pour entraîner le produit des condensations.

Le sol et la cave : Le terrain sera soigneusement drainé, il faut en outre interposer dans les fondations une lame de plomb au niveau du sol de la cave et une autre au niveau du sol vrai afin de s'opposer à toute montée des eaux par capillarité. Les caves seront de préférence voûtées et limitées par des doubles murs. Le contre mur sera parfaitement imperméabilisé par silicatage au chape de plomb, quant au sol de la cave, il sera formé de sable reposant sur une solide assise de béton en voûte renversée si l'on craint les infiltrations.

L'aménagement : L'entrevous sera rempli de briques creuses et de liège pour que les microbes n'y trouvent pas un asile. Le plancher formé d'une pâte de bois pourra être recouvert d'un tapis caoutchouté qui le rendra remarquablement insonore. Les peintures au lithopone seront les meilleures, tous les pigments colorés sont possibles sauf ceux qui contiennent des toxiques comme l'arsenic. Les peintures recouvriront portes et fenêtres ainsi que les murs jusqu'à la hauteur de 1 mètre, plus haut on aura recours au papier peint.

La lumière devra pénétrer partout et l'architecte veillera à ce que tout endroit de la maison puisse

voir le jour et au besoin utilisera à cet effet les pavés ou briques de verre.

La maison dont nous venons d'énumérer les constituants doit être déjà par elle-même suffisamment insonore, seuls les bruits extérieurs seront à craindre, aussi le meilleur sera de prendre des mesures prophylactiques telles que pavage des rues au caoutchouc et réglementation sévère des bruits. Toutefois ces mesures, si elles sont le vœu de l'hygiéniste, ne sont pas sous sa dépendance; il y a pourtant là un sérieux problème auquel nous devons tous nous attacher.

CONCLUSION

Nous avons vu dans cet exposé combien il était difficile de construire une maison en tenant compte au maximum des données de l'hygiène. Cette difficulté réside pour une part dans un choix judicieux des matériaux et pour une autre dans une foule de précautions et de dispositions à prendre. Trouver le matériau idéal est bien, mais le placer de façon idéale sera mieux encore. Nous avons dû souvent concilier des choses en apparence contradictoires telles que perméabilité à l'air et étanchéité à l'eau, cela nous a amené à une conception toute nouvelle de la construction et à la résolution de problèmes qui, jusqu'à présent, étaient sans solution efficace.

Trop souvent on est tenté de sacrifier à l'économie, pourtant cela peut être plus tard la source de maux multiples. Faire une maison est bien, la faire saine est mieux. Cela n'a rien d'impossible et si parfois le prix en est plus élevé on en est souvent récompensé en évitant de dangereuses maladies. A l'heure actuelle où une construction intensive entraîne un relâchement certain dans l'art de bâtir sain, l'hygiéniste ne sera pas de trop pour rappeler les vieux préceptes nécessaires à la salubrité des habitations.

Les ennemis de la santé nous sont bien connus, ce

sont l'humidité qui imprègne l'organisme tel un lent poison, les recoins obscurs asiles pour rats et pour microbes, les bruits qui épuisent les centres nerveux. Autant nous sommes désarmés pour une maison ancienne, autant nous pouvons prendre des mesures sûres et efficaces lorsqu'il s'agit de bâtir.

Ces mesures devraient être obligatoires et un contrôle rigoureux devrait s'assurer qu'elles ont toutes été prises sans exception. Le contrôle de la construction au point de vue de l'hygiène est une nécessité vitale pour la santé de la race, peu importe un surcroît de dépense pourvu que nos enfants soient vigoureux et sains, l'avenir du pays doit passer avant tout. Il est heureux que la Société des Nations se soit émue de ces questions, nous devons la seconder dans son œuvre de toutes nos forces, de quelque pays que nous soyons, car là au moins le succès ne saurait être mis en doute.

Vu, le Président de Thèse,
L. TANON.

Vu, le Doyen,
G. ROUSSY.

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

- BRUÈRE. — *Poste de secours sous abri*, Vigot, Editeur. Abris sanitaires permanents et improvisés pour secours Z.
- ESPITALIER. — *Cours raisonné et détaillé du bâtiment*, 2^e partie (maçonneries), 9^e partie (chauffage et ventilation).
- GLOESS. — Produits imperméabilisants pour le bâtiment. *L'hygiène dans la construction*, notes sur le ciment et son imperméabilisation.
- GRAHAM. — Le mouvement moléculaire des gaz, *Annales de Chimie et Physique*, 1864, Masson, Editeur.
- HÜTTE. — *Manuel de l'Ingénieur*, Béranger, Paris.
- KATEL. — *Les bruits dans les bâtiments*, Béranger, Editeur.
- LACASSAGNE. — *Précis d'hygiène privée et sociale*, Masson, Editeur.
- LANG. — *Ueber Naturliche Lüftung*. Stuttgart, 1887.
- LAYET. — Mémoires originaux, *Revue d'hygiène*, 1881, Masson, Editeur.
- MACAIGNE. — *Précis d'hygiène*, Baillière, Editeur.
- MARCOTTE. — *Pierres naturelles et artificielles. Béton armé, bois, peinture et vernis*, Gauthier-Villars, Editeur. — *L'art de bâtir une maison agréable et saine*, Béranger, Editeur.
- NESSI. — Etude thermique de la structure des parois des bâtiments, *Annales 1936 de l'Institut Technique du bâtiment*.
- ONIMUS. — *Les deux vapeurs d'eau au point de vue climatologique et hygiénique*, Allier, Editeur, Grenoble.
- PROUST. — *Traité d'hygiène*, Masson, Editeur. — *Revue d'hygiène 1880 à 1900*, Masson, Editeur.
- SCHOOFs et PUTZEYS. — *Traité de technique sanitaire*, Béranger, Editeur.
- SISMA (holding des brevets). — *Le salpêtre et les moyens de s'en débarrasser*, Cario, Editeur, Gentilly.

Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction, Dunod, Editeur.

Tables des constantes et données numériques de chimie, physique et technologie, Gauthier-Villars, Editeur.

Etudes sur l'habitation, Société des Nations : CH2, Genève, 31 juillet 1935, Pedone, Editeur.

